



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

MONOGRAFIA

“RE-DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE TRAS EL PASO DE LA TORMENTA NATE Y SANEAMIENTO PARA LA COMUNIDAD DE MONTE CRISTO, MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL SUR, DEPARTAMENTO DE RIVAS”

Para optar al título de Ingeniero Civil

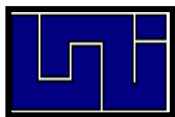
Elaborado por

Br. Carlos Iván Argüello Mejía
Br. Jake Steven García Palacios
Br. Luis Alberto Víctor Estrada

Tutor

M.Sc. Ing. José Ángel Baltodano Maldonado

Managua, Noviembre 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN



Managua 20 de noviembre de 2019

Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba
Decano FTC
Su despacho.

Estimado Dr. Ing. Gutiérrez:

Reciba un saludo de mi parte, y al mismo tiempo le doy a conocer que he revisado el trabajo de monográfico titulado: **“RE-DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE TRAS EL PASO DE LA TORMENTA NATE Y SANEAMIENTO PARA LA COMUNIDAD DE MONTE CRISTO, MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL SUR, DEPARTAMENTO DE RIVAS”**, realizado por los bachilleres: Carlos Iván Argüello Mejía, Jake Steven García Palacios y Luis Alberto Víctor Estrada, para optar al título de Ingeniero Civil.

Este trabajo monográfico fue realizado por los sustentantes de forma independiente y cumple con los objetivos propuestos en su protocolo y por lo tanto considero que puede ser presentada y defendida antes el jurado que usted designe.

Sin más a que hacer referencia, se despide de usted,

Atentamente,

M.Sc. Ing. José Ángel Baltodano M.
Profesor Titular
Tutor

DEC-FTC-REF-No.115
Managua, 16 Mayo del 2019

Bachilleres

CARLOS IVAN ARGUELLO MEJIA
JAKE STEVEN GARCIA PALACIOS
LUIS ALBERTO VICTOR ESTRADA

Estimados (as) Bachilleres:

Es de mi agrado informarles que el PROTOCOLO de su Tema **MONOGRAFICO**,
"RE-DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE TRAS EL
PASO DE LA TORMENTA NATE Y SANEAMIENTO PARA LA COMUNIDAD
DE MONTE CRISTO, MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL SUR, DEPARTAMENTO
DE RIVAS". Ha sido aprobado por esta Decanatura.

Asimismo les comunico estar totalmente de acuerdo, que el (la) **Ing. José Angel**
Baltodano Maldonado; sea el (la) tutor (a) de su trabajo final.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento, debidamente
revisado por el tutor guía será el **17 de Octubre del 2019**.

Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.

Atentamente,



Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba
Decano

CC: Protocolo
Tutor – Ing. José Angel Baltodano Maldonado
Archivo*Consecutivo

AGRADECIMIENTO

Nos van a faltar palabras para agradecer a las personas que se han involucrado en la realización de este trabajo, sin embargo, merecen reconocimiento especial, primeramente,

A **Dios**, por ser nuestro guía y acompañante en el transcurso de nuestras vidas, brindándonos paciencia y sabiduría para culminar con éxito nuestras metas propuestas, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

No tenemos palabras para expresar nuestro amor y nuestra gratitud **a nuestros Padres**, por su fe, su generosidad y su incansable ayuda en todo momento, gracias a ellos hemos llegado a culminar un peldaño más de nuestras vidas.

Queremos expresar nuestro más grande y sincero agradecimiento **a nuestro tutor, M.Sc. Ing. José Ángel Baltodano Maldonado**, principal colaborador durante todo este proceso, quien, con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

Finalmente, a la **Alcaldía del Municipio de San Juan del Sur**, por darnos la oportunidad de desarrollar este estudio en la Comunidad de Monte Cristo, por facilitarnos la información necesaria, en especial al **Ing. Luis Alberto Murillo**, técnico de Proyectos por acompañarnos en cada visita de campo y asesorarnos, de la misma forma, agradecemos **a las personas de la Comunidad**, por su atención y tiempo brindado.

A todos, gracias.

DEDICATORIA

Primeramente, **a Dios** por concederme sabiduría y salud para ejercerlo con paciencia y por darme fortaleza para seguir siempre adelante en las distintas etapas de mi formación profesional.

A mi madre, **Ivania de los Ángeles Mejía Cruz**, por siempre apoyarme incondicionalmente y ser ejemplo de vida, superación y lucha. A mi familia por siempre alentarme a seguir afrontando los retos y a vencer las dificultades que se me han presentado en cada etapa de mi vida.

Al **M.Sc. Ing. José Ángel Baltodano**, por su guía y orientación durante la realización de nuestra tesis.

A todos nuestros maestros de la carrera que nos han brindado conocimiento y sabiduría que han contribuido a mi desarrollo profesional.

Carlos Iván Argüello Mejía.

DEDICATORIA

A Dios, a Él sea el honor, el poder y la gloria por siempre. (1 tim. 6, 16).

La mejor herencia que nos pueden dejar los padres son los estudios, mi madre, **Margina Palacios**, me ha permitido trazar mi camino y caminar con mis propios pies, por eso le dedico profundamente este logro en mi vida.

A mi esposa, **Lic. Cintya Somarriba** por apoyarme y animarme en toda la carrera universitaria.

A mi tutor **M.Sc. Ing. José Ángel Baltodano Maldonado**, por guiarme en el transcurso de la realización de mi tesis.

A todos y cada uno de los docentes que me brindaron sus conocimientos que contribuyeron en mi formación profesional.

Jake Steven Garcia Palacios.

DEDICATORIA

Primeramente, **a Dios** nuestro señor, por concederme, sabiduría y la voluntad de seguir siempre adelante; por siempre cuidar de mi familia y de mí, estar conmigo a lo largo de este trayecto en los momentos de mayor dificultad cuando más le necesite, Infinitas gracias mi Señor

Y muy especialmente a mi Madre, **Ana Del Socorro Estrada**, mi padre, **Luis Alberto Víctor Murillo**, por ser mis ejemplos de vida, de lucha y superación, los cuales son mi más grande inspiración, a mi hermana y abuelos por siempre brindarme su apoyo incondicional para poder llegar a la meta de este sueño como es terminar mis estudios universitarios.

También muy en especial a mis maestros que aportaron en mi formación profesional.

Luis Alberto Victor Estrada.

RESUMEN DEL TEMA

El presente trabajo consiste en la elaboración de una propuesta de rediseño de la red de distribución de agua potable y saneamiento para la comunidad de Monte Cristo, en el municipio de San Juan del Sur, departamento de Rivas, para un periodo de 20 años (2019-2039); con el propósito de dar solución al problema y mejorar las condiciones higiénico-sanitarias de la comunidad. Actualmente la comunidad se abastece de un puesto público el cual no cumple con los requerimientos mínimos como fuente a largo plazo y en algunos casos viviendas que cuentan con pozos propios, todo esto conlleva al planteamiento de una solución, la cual es presentada en este documento.

El rediseño y el saneamiento fue realizado en base a las “Normas técnicas para el “Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural” y “Saneamiento básico rural” emitidas por el INAA, en conjunto con los estatutos establecidos por el FISE para la formulación y desarrollo de proyectos de agua potable y construcción de letrinas en el sub sector rural, teniendo en cuenta las condiciones particulares que rigen esta propuesta a través de un análisis de las características socioeconómicas de la comunidad, y características topográficas.

De esta manera se cumplió con los objetivos planteados, ofreciendo así una solución a la problemática planteada, cumpliendo con los requerimientos básicos de la población, y el manejo racional del recurso hídrico.

El documento también contiene la memoria de diseño y los aspectos técnicos considerados durante las etapas de estudio y realización, además de los datos recolectados durante la investigación de campo e información suministrada por entes competentes; esto estructurado en cuatro capítulos:

Capítulo 1: Generalidades.

Capítulo 2: Marco teórico.

Capítulo 3: Diseño metodológico.

Capítulo 4: Análisis y presentación de resultados.

ÍNDICE

CAPITULO I GENERALIDADES	1
1.1. Introducción.....	2
1.2. Antecedentes	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. Objetivos	6
1.4.1. Objetivo general.....	6
1.4.2. Objetivos específicos	6
1.5. Descripción general de la comunidad	7
1.5.1. Información básica de la comunidad de monte cristo	7
1.5.2. Localización y topografía	7
1.5.3. Hidrología	7
1.5.4. Geología general del área de estudio	8
1.6. Hidrogeología	9
1.6.1. Calidad hidroquímico de las aguas superficiales	10
1.6.2. Parámetros físico-químicos	10
1.6.3. Aguas bicarbonatadas	10
CAPITULO II MARCO TEÓRICO	12
2.1. Agua potable.....	13
2.2. Partes de un sistema de abastecimiento de agua potable (SAAP) y características generales.....	13
2.2.1. Consumo de agua.....	13
2.2.2. Dotación.....	13
2.2.3. Población a servir	14
2.2.4. Conexiones domiciliarias	14
2.2.5. El nivel de servicio	14
2.2.6. Periodo de diseño	14
2.2.7. Fuentes de abastecimiento.....	15
2.2.8. Tipos de fuente	15
2.2.8.1. Aguas atmosféricas	15
2.2.8.2. Aguas superficiales.....	16

2.2.8.3. Aguas subsuperficiales	16
2.2.8.4. Aguas subterráneas	17
2.2.9. Obras de captación	17
2.2.9.1. Captación directa	17
2.2.9.2. Captación indirecta	18
2.2.9.3. Captación de aguas subterráneas	18
2.2.10. Pozo	18
2.2.11. Estación de bombeo	18
2.2.12. Carga total dinámica	19
2.2.13. Velocidad de operación	20
2.2.14. Líneas de conducción	20
2.2.15. Golpe de ariete	21
2.2.16. Red de distribución	22
2.2.16.1. Tipos de redes	23
2.2.16.2. Tipo ramificado	23
2.2.16.3. Tipo mallado	23
2.2.17. Tubería	23
2.2.18. Válvulas	24
2.2.19. Tee	24
2.2.20. Reducciones	24
2.2.21. Dispositivos de control de transitorios	24
2.2.22. Carga hidráulica disponible	24
2.2.23. Sobrepresión o depresión	25
2.2.24. Conducción por gravedad	25
2.2.25. Conducción por bombeo-gravedad	25
2.2.26. Almacenamiento	25
2.2.26.1. Funciones del tanque de almacenamiento	26
2.2.27. Tratamiento	27
2.2.28. Cobertura y localización de tubería	27
2.2.29. Obras de captación	28
2.2.30. Calidad del agua	28

2.3. Saneamiento.....	28
2.3.1. Letrinas sanitarias.....	28
2.3.2. Partes de una letrina.....	29
2.3.2.1. Foso.....	29
2.3.2.2. Recamara de distribución	29
2.3.2.3. Brocal.....	29
2.3.2.4. Piso de letrina	29
2.3.2.5. Taza sanitaria	30
2.3.2.6. Caseta.....	30
2.3.3. Tipos de letrinas	30
2.3.3.1. Letrina de Foso Seco (LFS)	30
2.3.3.2. Letrina de Foso Ventilado (LFV)	30
2.3.3.3. Letrina Abonera Seca Familiar (LASF)	31
2.3.3.4. Letrina Elevada de Cámara Seca Ventilada (LECSV)	31
CAPITULO III DISEÑO METODOLÓGICO	33
3.1. Elementos de diseño	34
3.1.1. Proyección de la población	34
3.1.2. Proyección de consumo.....	35
3.1.3. Dotación y población a servir.....	35
3.1.3.1. Dotación del agua.....	35
3.1.4. Parámetros de diseños	36
3.1.4.1. Período de diseño	36
3.1.4.2. Variaciones de consumo	36
3.1.4.3. Presiones máximas y mínimas	38
3.1.4.4. Coeficiente de rugosidad (C) de Hazen -Williams	38
3.1.4.5. Velocidades permisibles en tuberías	38
3.1.4.6. Pérdida de agua en el sistema	39
3.1.4.7. Línea de conducción.....	39
3.1.4.8. Red de distribución	39
3.1.4.9. Caudales nodales.....	39
3.1.4.10. Análisis hidráulico línea conducción y distribución	40

3.1.4.11. Tanque de almacenamiento	41
3.1.4.12. Levantamiento topográfico	41
3.1.4.13. Letrina de Foso Seco (LFS).....	41
3.1.4.14. Presupuesto	42
CAPITULO IV ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	44
4.1. Estudio socio-económico.....	45
4.1.1. Aspectos sociales.....	45
4.1.2. Demografía.....	45
4.1.3. Sector salud.....	46
4.1.4. Vías de acceso y medios de transporte.....	47
4.1.5. Viviendas	47
4.1.6. Aspectos socio-económico	48
4.1.6.1. Empleo.....	48
4.1.7. Ingreso promedio mensual por familia	48
4.1.8. Apoyo institucional.....	49
4.1.9. Abastecimiento de agua y saneamiento	50
4.1.9.1. Abastecimiento de agua	50
4.1.10. Letrinas.....	51
4.2. Parámetros físicos – químicos.....	52
4.3. Propuesta del rediseño de la red de distribución.....	52
4.3.1. Descripción del sistema.....	52
4.3.2. Fuente de abastecimiento	53
4.3.3. Obra de captación	53
4.3.4. Sistema de bombeo.....	53
4.3.5. Caseta y sarta de bombeo.....	54
4.3.6. Línea de conducción	54
4.3.7. Tanque de almacenamiento	54
4.3.8. Rediseño de la red de distribución	54
4.3.9. Nivel de servicio	55
4.3.10. Tarifa de agua recomendada.....	55
4.3.11. Letrina de Foso Seco (LFS).....	56

4.4. Memoria técnica	56
4.4.1. Proyección de la población.....	56
4.4.1.1. Tasa de crecimiento geométrico.....	57
4.4.2. Determinación de los caudales nodales	59
4.4.2.1. Cálculo del caudal unitario.....	59
4.4.2.2. Repartición de caudales	61
4.5. Análisis hidráulico	62
4.5.1. Evolución de presiones.....	62
4.5.2. Evolución de las velocidades.....	63
4.5.3. Condición n°1: Tanque nivel mínimo y CMH	66
4.5.3.1. Análisis de presiones.....	66
4.5.3.2. Análisis de velocidades	67
4.5.4. Resultados de simulación.....	72
4.5.4.1. Análisis de presiones.....	72
4.5.4.2. Análisis de velocidades	73
4.5.5. Condición n°2: Tanque lleno y consumo cero	74
4.5.5.1. Análisis de presiones.....	74
4.5.5.2. Análisis de velocidades	76
4.6. Costo de ejecución	76
Conclusiones	78
Recomendaciones.....	79
Bibliografía.....	80
ANEXOS	1
I. Localización	I
II. Tenencia de vivienda.....	III
III. Costo de ejecución	V
IV. Pase aéreo comunidad de San Antonio, Ostional.....	X
V. Pase aéreo.....	XI
VI. Actividades realizadas en el área de estudio	XII
VII. Características de pozo de la comunidad	XVI
VIII. Plano de curvas de nivel	XVII

IX. Planos del sistema	XXII
------------------------------	------

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1: Periodos de diseño de diferentes estructuras hidráulicas	36
Cuadro 2: Tipos de material del acueducto	38
Cuadro 3: Los resultados de los análisis físicos-químicos	52
Cuadro 4: Población actual de la comunidad de Monte Cristo	56
Cuadro 5: Estadísticas censales	57
Cuadro 6: Proyección de población y demanda de consumo.....	58
Cuadro 7: Caudal por tramo de tubería	60
Cuadro 8: Caudales nodales	61
Cuadro 9: Red – Nudos	68
Cuadro 10: Línea – Nudo	69
Cuadro 11: Red – Líneas	71
Cuadro 12: Tanque lleno – consumo cero.....	75
Cuadro 13: Resumen del presupuesto total	77
Cuadro 14: Resumen por etapa del sistema de agua potable y saneamiento	V
Cuadro 15: Resumen por sub etapas del sistema de agua potable y saneamiento	VI
Cuadro 16: Desglose de costos por etapa, subetapa y actividades del sistema de agua potable y saneamiento.....	VII
Cuadro 17: Desglose de costos de materiales y mano de obra del sistema de saneamiento	IX

LISTA DE GRAFICOS

Gráfico 1: Distribución de la población	46
Gráfico 2: Población afectada por enfermedades.....	47
Gráfico 3: Tenencia de viviendas	48
Gráfico 4: Ingreso promedio mensual por familia	49
Gráfico 5: Fuente de abastecimiento.....	50
Gráfico 6: Cobertura de letrinas dentro de la comunidad	51
Gráfico 7: Crecimiento poblacional dentro del periodo de diseño.....	59
Gráfico 8: Tipo de piso	III
Gráfico 9: Tipo de techo	III
Gráfico 10: Tipo de pared.....	IV

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Red de distribución, etiquetado de nodos	64
Ilustración 2: Red de distribución, etiquetado de tuberías	65
Ilustración 3: Presiones para la condición tanque nivel mínimo y CMH	66
Ilustración 4: Velocidades para la condición tanque nivel mínimo y CMH.....	67
Ilustración 5: Presiones para la condición tanque lleno y consumo cero.....	74
Ilustración 6: Macro localización.....	I
Ilustración 7: Micro localización	II
Ilustración 8: Referencia para diseño de tramo aéreo del río hacia la escuela de la comunidad Monte Cristo.....	X
Ilustración 9: Ubicación del primer tramo aéreo en la comunidad de Monte Cristo	XI
Ilustración 10: Estructura de sarta de bombeo	XII
Ilustración 11: Tanque de almacenamiento	XII
Ilustración 12: Análisis físico-químico de la fuente de abastecimiento	XIII

Ilustración 13: Equipo de realización de análisis físico-químico	XIII
Ilustración 14: Medición del nivel de abatimiento del pozo existente.....	XIV
Ilustración 15: Visita de campo en realización de encuesta socioeconómica...	XIV
Ilustración 16: Estado de algunas letrinas de la comunidad.....	XV
Ilustración 17: Escuela de la comunidad	XV
Ilustración 18: Características de pozo de la comunidad	XVI
Ilustración 19: Raster Dem wgs84.....	XVII

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. Introducción

El agua para el consumo humano, en cantidad y calidad es vital para tener condiciones de vida adecuada sin que exista peligro para la salud, por tanto, no debe contener sustancias o microorganismos que puedan perjudicar la salud, es decir que cumpla con las normas de calidad establecidas por las autoridades nacionales e internacionales.

La comunidad de Monte Cristo se encuentra en el municipio de San Juan del Sur en el Departamento de Rivas, donde los pobladores de la comunidad presentan dificultades en el acceso de agua potable, ya que en esta localidad la red de distribución de agua potable circulaba por tres cruces de río, esta fue dañada casi en su totalidad en la época de invierno por las crecidas de agua debido a la Tormenta Nate (2017), al igual la problemática del agua implica de manera directa en la situación de salud de la población por un frágil sistema de saneamiento (letrinas) que se vieron afectadas por la tormenta. Se estima generalmente que los problemas de salud están vinculados con el agua, como las diarreas, conjuntivitis, problemas respiratorios, problema de la piel, entre otros.

Es de vital importancia que la población tenga la mejor alternativa de un sistema de saneamiento mejorado que sea higiénico y que impida el contacto de los seres humanos con excretas humanas y de un sistema de abastecimiento de agua potable para abastecerse a largo plazo, evaluando la ubicación, calidad de agua, y viabilidad de las fuentes de agua cercanas posibles, pues está establecido por las Naciones Unidas que el derecho humano al agua es indispensable para llevar una vida en dignidad humana; asimismo es un pre – requisito para la realización de otros derechos humanos. Además, el agua debe ser abastecida en cantidad suficiente y en calidad para cumplir con los estándares de consumo y de fácil acceso a la población.

1.2. Antecedentes

Los habitantes de la comunicad Monte Cristo, se abastecen de agua mediante diez pozos excavados a mano y un puesto público del pozo perforado correspondiente al antiguo sistema de abastecimiento que fue destruido casi en su totalidad tras el paso de la tormenta Nate, lo que origina la necesidad de implementar un rediseño a la parte destruida del sistema para solventar la falta de agua continua y en cantidades.

La mayor parte de los habitantes de La comunidad de Monte Cristo se abastecen de agua de los pozos excavados a mano utilizando balde y mecate y del puesto público, pero esto implica que viviendas que no poseen pozos y fueron reubicadas ya que se vieron afectadas por la tormenta se tengan que trasladar hasta el puesto a distancias considerables de sus hogares.

La tormenta también afectó gran parte de las letrinas con las que contaban las viviendas, dichas letrinas eran construidas por los pobladores sin tomar en cuenta los parámetros establecidos en norma lo que afecta en la salud e higiene de los pobladores de dicha comunidad, por lo que es también necesario solucionar esto con un plan de saneamiento que solvante las necesidades de la localidad y mejore su calidad de vida.

1.3. Justificación

El agua es esencial para la vida y todos deben disponer de un abastecimiento satisfactorio (suficiente, salubre y accesible). Los pobladores de la comunidad de Monte Cristo han planteado necesidades de agua y saneamiento, donde solicitan el rediseño y construcción de la nueva red de distribución de agua potable. Dado que la anterior fue destruida casi en su totalidad por el paso de la Tormenta Nate y solo cuentan con un puesto público de abastecimiento, pero no cuentan con un sistema adecuado que pueda llevar en cantidades suficientes el vital líquido de calidad a cada uno de sus hogares.

En las áreas rurales de la región del Pacífico de Nicaragua se estima que la mitad de la población no tiene acceso al agua potable en sus domicilios, situación que los obliga a abastecerse a través de pozos comunales, pozos individuales, agua de lluvia o agua superficial de ríos, lagunas o embalses superficiales destinados para aguar el ganado. Desde el punto de vista sanitario, esto presenta un alto riesgo para la salud.

El estudio se realizó con la intención de construir la nueva red de distribución y un nuevo sistema de saneamiento para mejorar la calidad de vida de los pobladores, ya que con la construcción de la nueva red de distribución de agua potable y el nuevo sistema de saneamiento les dará solución a las demandas planteadas por los pobladores de la comunidad de Monte Cristo, contribuyendo así a optimizar las condiciones de sanidad e higiene para toda la comunidad, disminuyendo aquellos elementos o características del agua que puedan significar un riesgo para la salud.

Este nuevo sistema de abastecimiento y saneamiento lograra los siguientes beneficios:

- Con el rediseño de la red de distribución se logrará colaborar con uno de los más importantes objetivos a nivel mundial como es garantizar el acceso al agua potable segura y asequible para todos según el Programa Naciones

Unidas para el Desarrollo (PNUD), y sus objetivos de desarrollo Sostenible (ODS).

- Disminuirá las dificultades que trae consigo un inadecuado abastecimiento de agua potable, satisfacer una de las más grandes necesidades, ya que es el vital líquido y que es además un derecho de todas las personas. Esto significaría un aporte al progreso de la comunidad y un indicador de desarrollo.
- Evitará epidemias futuras al disminuir la propagación de enfermedades (vómito, diarrea, etc.) reduciendo aquellos elementos del agua que signifiquen un peligro para la salud de la comunidad, todo esto al mejorar la calidad del agua con la implementación del nuevo sistema tanto de agua potable como de saneamiento.
- Evitará trasladar el agua de consumo a sus viviendas, ocupando ese tiempo en otras actividades y reducirá el desgaste físico que realizan al transportar el agua.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Rediseñar sistema de distribución de agua potable y saneamiento para la comunidad de Monte Cristo en el Municipio de San Juan del Sur, Departamento de Rivas.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Efectuar el levantamiento topográfico donde se propone hacer el proyecto, para la determinación de las características del terreno.
2. Realizar un análisis de los daños ocasionados por la tormenta Nate y situación actual de la población.
3. Ejecutar un estudio de calidad de agua de la fuente de captación.
4. Realizar el análisis hidráulico del sistema propuesto de distribución de agua potable para la comunidad con el uso del software Epanet.
5. Mejorar las condiciones de higiene y salud de la comunidad mediante el rediseño del saneamiento.
6. Hacer un estimado del presupuesto del sistema de distribución de agua potable y saneamiento.

1.5. Descripción general de la comunidad

1.5.1. Información básica de la comunidad de monte cristo

La comunidad de Monte Cristo sub zona de la comarca de Ostional, al sur oeste del municipio de San Juan del Sur con una elevación variable entre 24 m y 56 m, cuenta con un clima tropical húmedo y seco, tornándose un tanto semi-húmedo en las partes elevadas y montañosas, como es el caso de la comunidad de Monte Cristo.

1.5.2. Localización y topografía

La comunidad de Monte Cristo, municipio de San Juan del Sur, departamento de Rivas se ubica con las coordenadas vía G.P.S (Global Positioning System), UTM (Universal Transverse Mercator) en X 638803, en Y 1232371, sus coordenadas son 11°08'43.53"N, 85°43'44.18"O

La comunidad de Monte Cristo está ubicada a 33 km del municipio de San Juan del Sur.

Sus límites son:

- Al norte: la comunidad de Tortuga.
- Al sur: la comunidad de Pochote.
- Al este: la comunidad de San Antonio.
- Al oeste: la comunidad de Ostional.

La topografía del terreno es irregular con pendientes variables.

1.5.3. Hidrología

El sistema de drenaje natural del área del proyecto, es parte de los sistemas hidrográficos de la sub cuenca rio Ostional, que está conformada por un sin número de pequeñas quebradas que la forman.

El régimen de escurrimiento de los ríos es intermitente, los mayores caudales ocurren durante el pico de la época lluviosa entre octubre y noviembre debido al aporte de escorrentía directa. Entre enero y junio la alimentación se da por aporte de agua subterránea a través de flujo base. El estimado de escorrentía superficial para la sub-cuenca Ostional es de aproximadamente 9.8 MMC/año.

Un drenaje superficial rápido y por lo que el agua abandona la sub-cuenca de forma acelerada disminuyendo de esta forma el volumen de agua que logra infiltrarse y percollarse para pasar a ser parte del acuífero.

La red de drenaje principal es de tipo rectangular, paralelo y subparalela. Los tributarios se unen a la corriente principal formando ángulos rectos, dominada por la presencia de fallas y fracturas. La red secundaria presenta características dendríticas con ramificación arborescente en la que los tributarios se unen a la corriente principal formando ángulos agudos.

1.5.4. Geología general del área de estudio

Fisiográficamente el Municipio está ubicado en el sector sur de la provincia de la Serranías del Pacífico de Nicaragua, caracterizada por un conjunto irregular de macizos montañosos, alineados en sentido noroeste-suroeste, casi en el límite fronterizo sur del país. En el caso de poseer minerales más resistentes, como el cuarzo en las areniscas, forman relieves más accidentados (La Flor, El Ostional).

Según CIRA 2008, dentro de la Cuenca 72 se observan claramente dos tipos de formaciones principales: Rocas sedimentarias de la formación Brito y Sedimentos aluviales del cuaternario, estas dos formaciones son las que mayor territorio abarcan dentro de la cuenca. También se encuentran rocas sedimentarias de la formación Rivas en una pequeña proporción de la parte noroeste de la cuenca.

La comunidad de Monte Cristo perteneciente a la sub-cuenca del Ostional quien esta a su vez se encuentra dentro de la cuenca 72 presenta sedimentos aluviales del cuaternario (Qal) teniendo una litología de limo, arcilla y arena.

En el caso de la comunidad de Monte Cristo hay relieves accidentados con montañas con pendientes pronunciadas, su elevación se encuentra entre los 30-50 msnm, siendo esto de forma que las escorrentías superficiales sean rápidas disminuyendo el volumen que logra infiltrarse al acuífero esto también como consecuencia de la litología de la formación geológica.

1.6. Hidrogeología

Los acuíferos productivos son escasos y solamente se pudieron desarrollar en los sedimentos aluviales cuaternarios de las partes bajas de las sub-cuencas donde las condiciones geomorfológicas permitieron la acumulación de estos sedimentos en los ríos con algunos espesores significativos.

Se define que el medio hidrogeológico son acuíferos discontinuos de origen cuaternario con un basamento hidrogeológicamente impermeable, conformado por la formación Rivas.

De manera general se cuenta con información hidrogeológica referida al Nivel Estático del Agua (NEA), el espesor de agua y la extracción, pero casi ninguna información sobre la litología de los acuíferos y sobre su conductividad. Como consecuencia de falta de monitoreo continuo, tampoco hay datos sobre la variación del nivel estático, o sobre el nivel dinámico y en consecuencia sobre capacidad específica de los acuíferos.

Los acuíferos son libres, o no confinados, es decir, que el nivel estático medido en un pozo equivale al nivel de agua en el acuífero. La recarga es poca por infiltración

vertical de las lluvias en el suelo debido a su tipo de escorrentía rápida superficial por lo cual la recarga al acuífero es poca.¹

El flujo de agua subterránea está dirigido en dirección al cauce del río, que constituye la base de drenaje. De esta manera se puede acumular recursos considerables.

1.6.1. Calidad hidroquímica de las aguas superficiales

Se determinó el perfil hidroquímico de las aguas a través del contenido de los iones mayores disueltos en el agua (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , K^{+} , Cl^{-} , NO_3^{-} , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3). El diagrama muestra la composición química de las aguas superficiales en la Cuenca 72, la cual consiste en el tipo bicarbonatada-cálcica-magnésica, correspondiente a aguas de ciclo corto¹.

1.6.2. Parámetros físico-químicos

El análisis de los parámetros físico-químicos de las aguas subterráneas proporciona información sobre la calidad química natural de las aguas. Estos análisis también se realizan para determinar algunos valores importantes de potabilidad de las aguas basados en parámetros tal como: Conductividad Eléctrica, Potencial de Hidrógeno (pH), Sólidos Disueltos Totales (SDT) y Turbidez.

1.6.3. Aguas bicarbonatadas

Este es el tipo de agua que predomina, cubriendo básicamente en su totalidad el área de estudio, debido a las características climáticas, topográficas y litológicas de la región; lo que da lugar a un ciclo de tiempo corto.

¹Dato obtenido mediante estudio elaborado por el programa de asistencia técnica en agua y saneamiento (PROATAS) de la Deutsche Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ), GmbH en Nicaragua.

Dentro de este tipo de agua, se presenta una subdivisión en orden de predominio: las cálcicas, magnésicas, sódicas, sulfatadas y cloruradas. En general la región de estudio está dominada por tipo de aguas cálcicas-magnésicas, las que se localizan en la zona de recarga de la sub-cuencas estudiadas; por tanto, la infiltración del agua es reciente, con poco tiempo de circulación que no facilita la disolución de los materiales de las rocas. En concentraciones altas el Calcio provoca que el agua se vuelva cada vez más pesada, sin llegar a ser tóxico; la presencia alta de este ion en el agua subterránea se asocia a la presencia de rocas calizas.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

En este apartado se abordan los conceptos teóricos necesarios para respaldar los resultados que se alcanzarán en esta investigación.

2.1. Agua potable

Se llama agua potable, a toda aquella apta para el consumo humano y que puede ser consumida sin restricción debido a que ha pasado por un proceso de purificación. El agua potable no debe contener sustancias o microorganismos que puedan provocar enfermedades o perjudicar la salud del ser humano.

2.2. Partes de un sistema de abastecimiento de agua potable (SAAP) y características generales

2.2.1. Consumo de agua

Es el agua utilizada por un grupo cualquiera radicado en un lugar, este consumo estará en proporción directa al número de habitantes e igualdad al mayor o menor desarrollo de sus actividades comerciales e industriales.

Históricamente se ha creído que el consumo de agua depende única y exclusivamente del crecimiento poblacional, pero actualmente se ha demostrado que el consumo de agua es también influenciado por factores tales como el clima, nivel económico, la densidad de población, el grado de industrialización, el costo de las tuberías, fugas y existencia de alcantarillado sanitario.

2.2.2. Dotación

La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de:

- Nivel de servicio adoptado
- Factores geográficos
- Factores culturales

- Uso del agua
- Densidad demográfica.

2.2.3. Población a servir

En los mini acueductos por gravedad y captaciones de manantial, la población a servir estará en dependencia de las características de la población objeto de estudio, el tipo y configuración de la comunidad y las características tecnológicas de las instalaciones a establecer.

2.2.4. Conexiones domiciliarias

Son tomas de agua que se aplica en el sector rural, pero en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operación (sistemas por gravedad), capacidad de pago de la población, y número de usuarios del servicio.

2.2.5. El nivel de servicio

Los niveles de servicio se considerarán por medio de conexiones domiciliarias.

2.2.6. Periodo de diseño

En los diseños de proyectos de abastecimientos de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito determinar que periodos de estos componentes del sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad.

2.2.7. Fuentes de abastecimiento

La fuente de abastecimiento constituye al elemento más importante de todo el sistema, debe cumplir dos propósitos fundamentales. Los estudios de agua en captaciones superficiales y manantiales deberán de hacerse para 20 años como máximo. Según las normas establecidas por el (INAA).

- Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda población durante el periodo de diseño propuesto.
- Mantener las condiciones del agua necesarias para potabilidad de la misma.

Las fuentes de abastecimiento deben ser básicamente permanentes y suficientes, ya que deben producir agua en cantidad y calidad suficiente para abastecer a la población que se desea servir, cuando no es así se busca la combinación de otras fuentes de abastecimiento para suplir la demanda o es necesario su regulación

2.2.8. Tipos de fuente

Respecto a su presentación en la naturaleza los tipos de fuentes pueden ser fuentes atmosféricas, superficiales, sub-superficiales y subterráneas.

2.2.8.1. Aguas atmosféricas

El agua atmosférica son aguas de lluvia que ha sido evaporada por el sol, desalada e incorporada a la atmosfera dentro del ciclo del agua, es la más pura de las demás fuentes ya que no puede tener más contaminantes que los presentes en la atmosfera que, por el momento, son mínimos, pero no constituyen fuente de aprovechamiento constante, pues deben colectarse en épocas de lluvias y almacenarse durante el verano.

El Agua Atmosférica es, por tanto, la única que nos puede ofrecer una calidad alta y segura, al menos mientras mantengamos la atmósfera razonablemente limpia, el resto de las aguas subterráneas deben ser tratadas (aguas embotelladas, plantas de tratamiento, etc.) para garantizar esos niveles de calidad que se exigen para la calificación de agua potable.

2.2.8.2. Aguas superficiales

Las aguas superficiales están constituidas por los ríos, lagos, embalses, arroyos, etc. Es aquella que se encuentra circulando o en reposo sobre la superficie de la tierra. Las aguas superficiales son provenientes de las precipitaciones, que no se infiltra ni regresa a la atmósfera por evaporación o que proviene de manantiales o yacimientos que se originan de aguas subterráneas.

La calidad del agua superficial puede estar comprometida por contaminaciones provenientes de la descarga de desagües domésticos, residuos de actividades mineras o industriales, uso de defensivos agrícolas, presencia de animales, residuos sólidos y otros

En caso de la utilización de aguas superficiales para abastecimiento, además de conocer las características físico químicas y bacteriológicas de la fuente, será preciso definir el tratamiento requerido en caso de que no atiendan al requerimiento de calidad para el consumo humano.

2.2.8.3. Aguas subsuperficiales

Manantiales y afloramientos: Es el agua que se infiltra en el subsuelo y que al desplazarse a través de los pozos de los manantiales subterráneos y que por sus elevaciones o pendientes pueden reaparecer en la superficie en forma de manantiales.

2.2.8.4. Aguas subterráneas

Son aquellas que quedan almacenadas en el subsuelo cuando se ha infiltrado el agua de lluvia desde la superficie, es el agua que se desliza en el subsuelo, o la que proviene de ríos o lagos, llega hasta las capas impermeables de la tierra, luego de atravesar las permeables.

Las fuentes subterráneas protegidas generalmente están libres de microorganismos patógenos y presentan una cantidad compatible con los requisitos para el consumo humano. Sin embargo, previamente a su utilización es fundamental conocer las características del agua, para lo cual se requiere realizar los análisis físico-químicos y bacteriológicos correspondientes.

2.2.9. Obras de captación

Las obras de captación son las que se construyen para reunir adecuadamente aguas aprovechables, su propósito básico es agrupar bajo cualquier condición de flujo durante todo el año la captación de aguas pronosticadas.

El tipo de obra a emplearse está en función de las características de la fuente, de la calidad, de la localización y su magnitud. Pueden hacerse por gravedad, aprovechando la diferencia de nivel del terreno o por impulsión (bombas).

Las dimensiones y características de la obra de toma deben permitir la captación de los caudales necesarios para un suministro seguro a la población.

Según la calidad del agua la captación puede ser:

2.2.9.1. Captación directa

Cuando la calidad física, química y bacteriológica adoptan la cloración como tratamiento mínimo.

2.2.9.2. Captación indirecta

Cuando la calidad bacteriológica o la turbidez ocasional de la misma, requiere el aprovechamiento de la filtración natural a través de estratos permeables conectados con el río.

2.2.9.3. Captación de aguas subterráneas

Las aguas subterráneas se captan a través de: manantiales, galerías filtrantes y pozos, excavados y tubulares.

2.2.10. Pozo

Un pozo es una captación directa, que apropiadamente diseñada y construida permite efectuar la extracción de agua de una formación acuífera.

La selección de un pozo depende de los siguientes factores:

- Calidad y cantidad de agua requerida
- Profundidad del agua subterránea
- Condiciones geológicas
- Factores económicos
- Disponibilidad de equipo

2.2.11. Estación de bombeo

Las estaciones de bombeo son estructuras propuestas a elevar un fluido cuando por las circunstancias topográficas del terreno y de localización no es posible utilizar la fuerza de la gravedad para distribuir el agua potable a una población. Para este propósito la estación está compuesta por un conjunto de equipos, y estructuras necesarias para el correcto desempeño de la unidad de bombeo. Entre los primordiales tenemos:

- Motores
- Fundaciones
- Caseta
- Válvulas
- Accesorios

En los sistemas de abastecimiento de agua potable, los equipos de bombeo tienen usos muy importantes:

- Redes de abastecimiento de agua potable, donde su uso es casi obligatorio, salvo en situaciones de centros poblados próximos de cadenas montañosas, con manantiales situados a una cota mayor.
- Para elevar el agua parcialmente en el sistema mismo, cuando las presiones mínimas no alcanzan los especificados por las normas.
- Para elevar el agua hacia un tanque de almacenamiento, para distribuir el vital líquido hacia la red.

2.2.12. Carga total dinámica

Carga Total Dinámica (CTD): Es la carga total contra la cual debe de operar una bomba. La energía por unidad de peso de líquido que debe de proveer la bomba al mismo para que pueda realizar el trabajo que se procura.

La carga total dinámica para pozos perforados se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$C.T.D = (\text{Nivel de rebose menos nivel de terreno del tanque}) \text{ más } (\text{Nivel de bombeo}) \text{ más } (\text{Pérdidas en la succión}) \text{ más } (\text{Pérdidas en la descarga}).$

2.2.13. Velocidad de operación

Se acostumbra usar la misma velocidad de operación de la bomba, y de ser posible se solicita que su velocidad no sobrepase los 1800 rpm.

2.2.14. Líneas de conducción

Dentro de un sistema de abastecimiento de agua potable se llama línea de conducción, al conjunto integrado por tuberías, estaciones de bombeo y dispositivos de control, que permiten el transporte del agua desde una sola fuente de abastecimiento hasta un solo sitio donde será distribuida en condiciones adecuadas de calidad, cantidad, y presión.

La conducción es la parte del sistema que transporta el agua desde la fuente de abastecimiento o captación hasta el punto de entrega.

Las obras destinadas al transporte de agua potable reciben el nombre de conducción, y es posible clasificarla de acuerdo a la forma hidráulica de transportarla, la cual puede ser:

Gravedad

- Mediante canales a superficie libre.
- Mediante conductos cerrados a presión.

Bombeo

- Mediante conducciones a presión impulsados por equipos de bombeo.

La conducción puede realizarse por gravedad si las condiciones topográficas lo permiten. En caso contrario se realizará mediante bombeo.

2.2.15. Golpe de ariete

Es un fenómeno transitorio que puede ocurrir en la tubería de descarga. Se denomina golpe de Ariete al choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto forzado cuando el movimiento del líquido es modificado bruscamente.

El caso más importante del golpe de ariete es una línea de descarga de bombas accionadas por motores eléctricos, se verifica luego de una interrupción de energía eléctrica.

En este caso debido a la inercia de las partes rotativas de los conjuntos elevadores, inmediatamente después de la falta de corriente, la velocidad de las bombas comienza a disminuir, reduciéndose rápidamente el caudal; la columna líquida continua subiendo por la tubería de descarga, hasta el momento en que la inercia es vencida por la acción de la gravedad; durante este periodo se verifica una descompresión en el interior de la tubería; Enseguida, ocurre la inversión en el sentido del flujo y la columna líquida vuelve a las bombas.

No existiendo válvulas de retención, las bombas comenzarían, entonces, a funcionar como turbinas, girando en sentido contrario.

Con excepción de los casos en que la altura de elevación es pequeña, con descarga libre, en las líneas de bombeo son instaladas válvulas de retención o de check, con el objetivo de evitar el retorno del líquido a través de las bombas.

La corriente líquida, al retornar a la bomba, encontrando la válvula de retención cerrada, ocasiona el choque y la compresión del fluido, lo cual da origen a una onda de sobrepresión (Golpe de ariete).

Las medidas para evitar el Golpe de ariete son:

- a) Limitación de la velocidad en las tuberías.
- b) Cierre lento de válvulas y registros, construcción de piezas que no permitan la obstrucción muy rápida.
- c) Empleo de válvulas y dispositivos mecánicos especiales, válvulas de alivio.
- d) Utilización de tuberías que puedan soportar sobrepresiones ocasionadas por el golpe de ariete.
- e) Instalación de cámaras de aire comprimidas que proporcionen el amortiguamiento de los golpes. El mantenimiento de estos dispositivos requiere ciertos cuidados, para que se mantenga el aire comprimido en las cámaras.

2.2.16. Red de distribución

Una red de distribución es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de almacenamiento hasta las tomas domiciliarias o hidrantes públicos; con el fin de proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como el extinguir incendios.

La red de distribución está formada por tubería principal, llamada circuitos troncales o maestras y por tuberías secundarias o de relleno. Las conducciones primarias o arterias principales forman el esqueleto del sistema de distribución, se sitúa de tal forma que transporta grandes cantidades de agua desde la estación elevada a los depósitos y de estos a las diferentes partes del área abastecida.

Las conducciones secundarias forman anillos más pequeños dentro de las arterias principales entrelazándolas entre sí, transportando grandes cantidades de

agua desde las arterias principales a las diferentes áreas para cubrir el suministro normal y el caudal para la extinción de incendios.

La red de distribución tiene las funciones de suministrar agua a los diferentes consumidores en cantidad suficiente y entregar agua sanitariamente segura.

2.2.16.1. Tipos de redes

Dependiendo de la topografía, de la viabilidad de la ubicación de la fuente de abastecimiento y del tanque de almacenamiento puede determinarse el tipo de red de distribución.

2.2.16.2. Tipo ramificado

Son redes de distribución construidas por ramales, troncal y una serie de ramificaciones o ramales que pueden construir pequeñas mallas o ramales ciegos. Este tipo de red es usada cuando la topografía es tal que dificulta o no permite la interconexión entre ramales.

2.2.16.3. Tipo mallado

Son aquellas redes construidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red es el más conveniente y tratara siempre de lograrse mediante interconexiones de tuberías a fin de crear circuitos cerrados que permitan un servicio más eficiente y permanente

2.2.17. Tubería

Es el conjunto de tubos interconectados para formar una tubería principal, con una variedad de diámetros y materiales.

2.2.18. Válvulas

Son dispositivos que permiten el control del flujo en la conducción, atendiendo a situaciones de: corte y control de flujo, acumulación de aire, por llenado y vaciado de la conducción, depresiones y sobrepresiones generadas por fenómenos transitorios y retroceso del agua por paro del equipo de bombeo, entre otras.

2.2.19. Tee

Las tee se utilizan para unir tres conductos, donde las tres uniones pueden ser del mismo diámetro, o dos de igual diámetro y uno menor. En el segundo caso se llama te de reducción.

2.2.20. Reducciones

Las reducciones se emplean para unir dos tubos de diferente diámetro.

2.2.21. Dispositivos de control de transitorios

Estructuras diseñadas para controlar depresiones, sobrepresiones, burbujas de aire y demás perturbaciones en la conducción, ocasionadas por fenómenos transitorios.

2.2.22. Carga hidráulica disponible

Es la energía en metros de columna de agua que poseen los sistemas, al encontrarse la fuente de abastecimiento a un nivel superior respecto de un sitio sobre el trazo de la conducción en direcciones al área de distribución.

2.2.23. Sobrepresión o depresión

Son las cargas de presión en exceso y por debajo de la presión a flujo estacionario respectivamente, que existen después de presentarse los fenómenos transitorios.

2.2.24. Conducción por gravedad

Una conducción por gravedad se presenta cuando la elevación del agua en la fuente de abastecimiento es mayor que la altura piezométrica requerida o existente en el punto de entrega de agua, el transporte del fluido se logra por la diferencia de energías disponibles.

2.2.25. Conducción por bombeo-gravedad

Si la topografía del terreno obliga al trazo de la conducción a cruzar por partes más altas que la elevación de la superficie del agua en el tanque de regulación, conviene analizar la colocación del tanque intermedio en ese lugar.

La instalación de este tanque ocasiona que se forme una conducción por bombeo-gravedad, donde la primera parte es por bombeo y la segunda por gravedad.

2.2.26. Almacenamiento

El almacenamiento es un elemento del sistema de distribución que desempeña una función importante para su suministro continuo, oportuno, satisfactorio y económico a la población, de este depende el buen funcionamiento de abastecimiento de agua a la comunidad, pues debe reservar una cantidad de agua suficiente para cubrir cualquier eventualidad del sistema, tal como de energía en el equipo de bombeo, o reparaciones del mismo, incendios, y variaciones de consumo.

Los tanques de almacenamiento juegan un papel básico para el diseño del sistema de distribución de agua, así como su importancia en el funcionamiento hidráulico del sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente. Además, equilibra el suministro de aportación constante dado por las bombas con régimen de demanda variable en la red de distribución.

Esto se logra almacenando agua durante la noche cuando el consumo es bajo y la presión es alta, a esta agua almacenada se le conoce como volumen compensador.

Existen dos tipos de tanques para agua tratada:

- Tanques apoyados en el suelo.
- Tanques elevados.

Para la ubicación del tanque se debe buscar un sitio adecuado topográficamente lo más cerca posible de la red de distribución y de acuerdo a su ubicación el tanque de almacenamiento puede ser de alimentación cuando se ubica entre la fuente de abastecimiento y la red de distribución o de excedencia (cola), cuando se ubica dentro o fuera de la red.

Los tanques de almacenamiento no son solamente una opción sino una herramienta básica para mantener un sistema de agua en funcionamiento constante con eficiencia y calidad.

2.2.26.1. Funciones del tanque de almacenamiento

Un tanque de almacenamiento cumple tres propósitos fundamentales:

- Compensar las variaciones de consumo diario (durante el día).
- Mantener las presiones de servicio en la red de distribución.

- Atender situaciones de emergencia, tales como incendios, interrupciones en el servicio por daños en la tubería de conducción o de desabastecimiento de bombeo.

2.2.27. Tratamiento

Si la calidad del agua satisface las normas CAPRE deberá someterse a tratamiento de potabilización. Toda agua que se utiliza para consumo humano debe someterse a desinfección, incluso la de origen subterráneo para prevenir cualquier contaminación durante la distribución.

Las mayorías de las aguas superficiales requieren en mayor o en menor grado de algún tratamiento para cumplir con los requisitos de potabilización y en consecuencia la mayoría de los sistemas de agua potable poseen plantas de tratamiento (como mínimo cloración). Desde hace décadas, el cloro ha sido un desinfectante muy importante y ha jugado un papel esencial en el tratamiento de agua.

El cloro es el desinfectante más extendido y usado a nivel mundial. En Nicaragua casi todos los sistemas de abastecimiento que desinfectan el agua potable debido a su potencia germicida, economía y eficiencia.

Además, los desinfectantes basados en cloro son los únicos desinfectantes principales con las propiedades residuales duraderas que previenen el crecimiento microbiano y proporcionan protección continua durante la distribución de la planta de tratamiento al hogar.

2.2.28. Cobertura y localización de tubería

Para sitios que corresponden a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 m

sobre las coronas de las tuberías, y en caminos de poco tráfico vehicular, una cobertura de 1.0 metros sobre la corona del tubo.

2.2.29. Obras de captación

La obra de captación consiste en una estructura colocada directamente en la fuente de abastecimiento con el fin de captar el caudal deseado. El diseño depende del tipo de fuente de abastecimiento y sus características.

- Fuentes superficiales: La obra de captación se diseñan con represas, dique tomas, bocatomas laterales, bocatomas de fondo, para captar el caudal.
- Fuentes subterráneas, las posibles obras de captación para este tipo de fuentes de agua son: Cajas de manantial, pozos y galerías filtrantes.

2.2.30. Calidad del agua

Es un conjunto de requisitos físicos, químicos y bacteriológicos, es necesario que el agua no contenga sustancias toxicas, microorganismos patógenos que ocasionen enfermedades que afecten la salud de la población.

2.3. Saneamiento

2.3.1. Letrinas sanitarias

Es una pequeña estructura, la cual se utiliza para hacer las necesidades fisiológicas de evacuación de excretas, ella está compuesta por una caseta, una plataforma con su asiento, la que está colocada sobre una fosa, donde se depositan las heces fecales para evitar la contaminación del medio ambiente.

Se construyen con el fin de resguardar la higiene del medio ambiente y elevar el nivel de vida de la población en aquellos lugares donde se carece de sistemas de alcantarillado sanitario.

Las letrinas sanitarias son letrinas sin arrastre de aguas, en las que se deposita solamente excretas humanas para su descomposición anaeróbica; se utiliza en viviendas y escuelas del área rural.

2.3.2. Partes de una letrina

2.3.2.1. Foso

Foso excavado manualmente en forma cilíndrica, rectangular o cuadrado.

2.3.2.2. Recamara de distribución

Es una estructura para el almacenamiento de excretas, durante un periodo de estabilización, estos pueden tener forma cuadrada o rectangular, pueden ser de madera, concreto o cualquier otro material resistente.

2.3.2.3. Brocal

El brocal es la parte de la estructura protectora que eleva sobre el terreno, sirve de soporte del piso de la letrina y evita el derrumbamiento del foso.

2.3.2.4. Piso de letrina

El piso de la letrina será una losa de concreto o plataforma de madera y estará soportada sobre el brocal del foso, cuyo ajuste y sellamiento deberá verificarse para evitar el ingreso de insectos y roedores. Al centro del piso de la letrina se encuentra un hueco para la colocación del asiento o taza sanitaria.

2.3.2.5. Taza sanitaria

La taza es el mueble sanitario de la letrina, que sirve de asiento y está colocada sobre el piso, en el centro del cubículo, la cual se construye de concreto o madera, ésta se diseñará específicamente para niños y para adultos y podrá tener forma cilíndrico, cúbico, cono truncado etc., con su tapa para evitar la entrada de insectos.

2.3.2.6. Caseta

La caseta sirve para proteger al usuario de la intemperie y darle privacidad, esta podrá tener techo de zinc o tejas con paredes de madera, concreto, bloques, ladrillo, bambú, taquezal o cualquier otro material que no afecte la calidad sanitaria del recinto. Las dimensiones de la caseta deberán concordar con las del piso de la letrina.

2.3.3. Tipos de letrinas

2.3.3.1. Letrina de Foso Seco (LFS)

Esta es la “letrina convencional” utilizada más comúnmente en Nicaragua, compuesta por el foso, un piso con asiento y su respectiva caseta.

2.3.3.2. Letrina de Foso Ventilado (LFV)

La letrina de foso ventilado, se diferencia de la letrina convencional, (Tradicional Simple), por disponer de un tubo vertical de ventilación. Esta letrina tiene las partes básicas siguientes: El foso, losa, brocal, asiento y tapa, terraplén, caseta y ducto o tubo de ventilación.

2.3.3.3. Letrina Abonera Seca Familiar (LASF)

Se construye cuando no es factible implementar letrina del tipo tradicional o letrina de foso ventilado, en lugares donde el suelo es rocoso o el nivel del agua subterránea es muy superficial, que impide la construcción del foso. Los componentes de la letrina abonera son: recámara, fosa, asiento y tapa, caseta y gradas.

La recámara de almacenamiento de las excretas se sitúa sobre el nivel del suelo y consta de dos compartimentos independientes, la recámara puede ser construida de ladrillo, bloque, mampostería (piedra bolón con mortero) cada compartimento debe estar dotado de una ventanilla con compuerta de almacenamiento.

El objetivo del doble compartimento es que cuando está funcionando uno, el otro está sellado, de tal manera que cuando se llene el primer compartimento se traslada la taza hacia el otro compartimento sellando el anterior para que se estabilicen las excretas y se destruyan los microbios causantes de enfermedades, estas deberán permanecer un período mínimo de 6 meses para que puedan emplearse como abono orgánico.

Estos compartimentos solamente deben almacenar excrementos. El orinado debe efectuarse en otro dispositivo y el líquido conducirse por un conducto para su disposición independientemente, en una zona de infiltración. Las excretas deben ser cubiertas con cenizas o cal con el fin de acelerar su desecación.

2.3.3.4. Letrina Elevada de Cámara Seca Ventilada (LECSV)

Este tipo de letrina es similar a la abonera desde el punto de vista constructivo, y en cuanto al funcionamiento, a la letrina excavada de foso seco ventilado.

Este tipo de letrina se construye en lugares donde el suelo es rocoso o el nivel del agua subterráneo es muy superficial que impide la construcción del foso.

Esta letrina puede ser construida de una o dos recámaras continuas e independientes.

Los componentes de la letrina son: Foso, losa, asiento y tapa, caseta, tubo de ventilación y gradas. Las paredes del foso, pueden construirse de ladrillo, bloque, mampostería (piedra bolón con mortero), cada compartimiento deberá tener una ventanilla para extraer los desechos estabilizados después de un período de un año y medio o dos años.

CAPITULO III

DISEÑO

METODOLÓGICO

En este capítulo se presenta la metodología que se implementó para el desarrollo del trabajo investigativo, desde la preparación de la encuesta socio-económica hasta la propuesta final del rediseño de la red de distribución.

Los criterios utilizados para los diferentes elementos del proyecto, están de acuerdo a lo establecido en los parámetros de diseños, comprendidos en los documentos siguientes bajo las siglas NTON (Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses).

- NTON 09001 – 99 Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el medio rural
- NTON 09002 – 99 Normativas de Saneamiento Básico Rural
- NTON 09003 – 99 Normas para el diseño de Sistema de Abastecimiento y Potabilización de Aguas.

3.1. Elementos de diseño

3.1.1. Proyección de la población

Para la proyección de la población se utilizó el método de proyección geométrica utilizando los datos censales del año 2005 (INIDE) y los datos de la encuesta realizada en el año 2019.

El periodo de diseño se establece para 20 años a partir del año 2019.

La fórmula empleada en los cálculos es la siguiente:

$$P_n = P_o(1 + r)^n$$

(Ecuación 1)

Dónde:

P_n : Población al final del período de diseño.

- P_o : Población actual.
- n : Número de años que comprende el período de diseño.
- r : Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal.

$$r = \left[\left(\frac{P_n}{P_o} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] * 100 (\%)$$

(Ecuación 2)

La tasa máxima y mínima aceptable de acuerdo a la NTON 09002 – 99 sera:

- Tasa mínima: 2.5%
- Tasa máxima: 4.0%

3.1.2. Proyección de consumo

- Se consideró una población servida de 100% en todo el periodo de diseño.
- Las pérdidas totales de agua no controladas en el sistema se consideraron en un 20% del consumo promedio diario.
- Los consumos de máximo día y máxima hora equivaldrían al 1.5 y 2.5 del consumo promedio diario respectivamente más las pérdidas por fuga.

3.1.3. Dotación y población a servir

3.1.3.1. Dotación del agua

Se entiende por dotación la cantidad de agua asignada en un día a cada habitante, generalmente se expresa en l/hab.-d.

3.1.4. Parámetros de diseños

3.1.4.1. Período de diseño

Considerando la vida útil de las estructuras y los equipos de componentes del sistema, el crecimiento poblacional, como posibles desarrollos o cambios de la comunidad que dificulten realizar la ampliación del proyecto se estima que se alcanzará en un período de 20 años.

Cuadro 1: Periodos de diseño de diferentes estructuras hidráulicas

Tipo de Componentes	Periodos de Diseño
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	15 años
Captaciones superficiales y manantiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro lento	20 años
Líneas de conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de Distribución	15 años

Fuente: Normas técnicas para el diseño de abastecimiento de agua potable (INAA)

3.1.4.2. Variaciones de consumo

a) Consumo doméstico (CD).

El consumo doméstico se expresa de la siguiente manera:

$$CD = \text{Dotación} * \text{Habitantes.}$$

(Ecuación 3)

b) Consumo promedio diario (CPD).

El consumo promedio diario (CPD) es el resultado de la suma del consumo doméstico (CD), consumo comercial (CC), consumo público institucional (CPinstit) y consumo industrial (CI)

$$CPD = CD + CC + CPinstit + CI$$

(Ecuación 4)

Donde:

$$CPinstit = 7\% CD$$

Nota: no se tomará en cuenta el consumo comercial (CC), ni consumo industrial (CI) dadas las condiciones sociales y económicas de la comunidad.

c) Consumo promedio diario total (CPDT).

El consumo promedio diario total (CPDT) es el resultado de sumar el consumo promedio diario (CPD) más las pérdidas.

$$CPDT = CPD + \text{pérdidas}$$

(Ecuación 5)

d) Consumo máximo día (CMD).

El consumo máximo día (CMD), se estima utilizando el factor de variación diaria de 1.5 con respecto al consumo promedio diario (CPD) según lo establecido por el INAA.

$$CMD = 1.5 CPD + \text{pérdidas}$$

(Ecuación 6)

e) Consumo de máxima hora (CMH).

El consumo máxima hora (CMH), se estima utilizando el factor de variación horaria de 2.5 con respecto al consumo promedio diario (CPD), según lo establecido por el INAA.

$$CMH = 2.5 * CPD + \text{pérdidas}$$

3.1.4.3. Presiones máximas y mínimas

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes:

- Presión Mínima: 5.0 metros
- Presión Máxima: 50.0 metros

3.1.4.4. Coeficiente de rugosidad (C) de Hazen -Williams

Para los diferentes tipos de materiales en los conductos, ver la siguiente tabla.

Cuadro 2: Tipos de material del acueducto

Tipos de material del acueducto	Coeficiente de Rugosidad (c)
Tubo de hierro Galvanizado (H ⁰ .G ⁰)	100
Tubo de concreto	130
Tubo asbesto cemento	140
Tubo de hierro Fundido (H ⁰ .F ⁰)	130
Tubo plástico (PVC)	150

Fuente: Normas técnicas para el diseño de abastecimiento de agua potable (INAA)

3.1.4.5. Velocidades permisibles en tuberías

Se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías.

Los valores permisibles son los siguientes:

- Velocidad mínima = 0.4 m/s.
- Velocidad máxima = 2.0 m/s.

3.1.4.6. Pérdida de agua en el sistema

Para sistema de abastecimiento de agua potable se consideró el 20% de pérdidas de agua, el cual se calculó del consumo promedio diario según norma.

3.1.4.7. Línea de conducción

La línea se diseñó con la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 1.5 al consumo promedio diario (CMD= 1.5 CPD, más las pérdidas).

3.1.4.8. Red de distribución

La nueva red se diseñó con la condición del consumo de máxima hora (CMH) a fines del período de diseño el que consiste en aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario (CPD), más las pérdidas.

3.1.4.9. Caudales nodales

Son muchos los métodos que pueden emplearse para la determinación de los caudales nodales, de entre estos sobresale el método de la longitud unitaria, por su fiabilidad, sencillez y fácil aplicación. El método consiste en calcular un caudal unitario, dividiendo el caudal máximo horario entre la longitud total de la red. Para obtener el caudal en cada tramo, se debe multiplicar el caudal unitario por la longitud del tramo correspondiente.

La expresión característica del método es la siguiente:

$$Q_i = q * L_i$$

(Ecuación 8)

Donde:

$$q = Q_{mh} / L_t$$

(Ecuación 9)

q: Caudal unitario por metro de tubería (l/s/m).

Qi: Caudal en el tramo “i” (l/s).

Qmh: Caudal máximo horario (l/s).

Lt: Longitud total de tubería del proyecto (m).

Li: Longitud del tramo “i” (m).

Los caudales nodales resultan de la repartición en partes iguales de los caudales por tramo, a los nudos de sus extremos (el caudal en un nudo, será la suma de los caudales de los tramos medios adyacentes).

3.1.4.10. Análisis hidráulico línea conducción y distribución

El análisis hidráulico de la Línea conducción y Red de Distribución, se realizó aplicando la fórmula de Hazen-Williams para determinar las pérdidas.

Para la línea de conducción se dimensiono seleccionando el diámetro más económico con la fórmula de Hazen-Williams

El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambas. Se diseña por el método de Hardy-Cross con el programa EPANET.

Se evaluó para las condiciones de Consumo de Máxima Hora (CMH) y cero consumos a finales del período de diseño.

3.1.4.11. Tanque de almacenamiento

El volumen de almacenamiento requerido deberá atender las necesidades siguientes:

a) Volumen compensador:

El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.

b) Volumen de reserva:

El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 20 % del consumo promedio diario.

De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del consumo promedio diario.

3.1.4.12. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico de la red de distribución fue proporcionado por la alcaldía Municipal de San Juan del Sur y el levantamiento de coordenadas de los puntos de la red en cuestión y ubicación de viviendas de la comunidad de Monte Cristo fue realizado por medios propios con GPSMAP 66s Garmin para determinar posteriormente la elevación de estos puntos con el uso del programa argics con un archivo Dem wgs84 Nic, generando curvas de nivel del área de estudio. (Ver anexo VII). Determinando de esta manera la elevación de los puntos de la red.

3.1.4.13. Letrina de Foso Seco (LFS)

Esta es la “letrina convencional” utilizada más comúnmente en Nicaragua, compuesta por el foso, un piso con asiento y su respectiva caseta. Estas se construyen de acuerdo a los siguientes criterios:

a) Foso:

- Período de diseño mínimo 4 años
- Período de diseño máximo 10 años
- Volumen de lodos 60 l/per/año
- Rango de profundidad 2.0 m.-4.50m.
- Forma Rectangular
- Ancho 0.70 m
- Largo 0.90 m
- Brocal 0.50 m altura mínima

b) Caseta:

- Altura (parte frontal) 2.0 m.
- Altura (Parte posterior) 1.90m.
- Alero del techo (frontal y posterior) 0.50 m.
- Hueco de ventilación en parte alta de pared 0.15 x 0.20 m.

Condición: Ubicarla sobre terraplén para que no se inunde.

3.1.4.14. Presupuesto

Mediante un presupuesto se permitirá conocer las cantidades de la obra que posee cada una de las etapas del proyecto, se calcularán los precios de los materiales para la red y para cada uno de los elementos del sistema, así como un costo estimado de todo el rediseño de la red de distribución de agua potable.

Para esto se investigarán los costos de otros proyectos recientes al igual que los costos de los materiales en ferreterías cercanas al sitio del proyecto, para estimar el monto total de la inversión que harán los involucrados en el proyecto.

CAPITULO IV ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Estudio socio-económico

4.1.1. Aspectos sociales

Con relación a los aspectos sociales del proyecto de rediseño y construcción de la línea de distribución de agua potable, se levantó una encuesta socio-económica cuyo formato fue elaborado por los autores del presente trabajo.

La encuesta fue aplicada a 27 viviendas y un centro escolar los cuales se verán beneficiados con el proyecto.

Se contó con el acompañamiento del técnico de la alcaldía municipal de San Juan del Sur y un miembro de la comunidad.

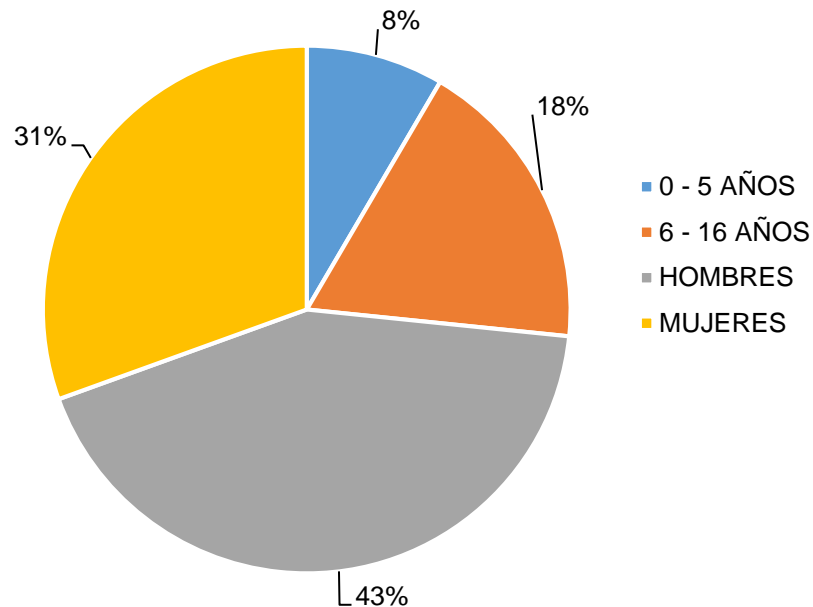
Los datos obtenidos en la encuesta permitieron conocer aspectos organizacionales, socio-económicos, demográficos, educación, situación de abastecimiento de agua y saneamiento de la comunidad, de los que a continuación detallamos:

4.1.2. Demografía

La población actual de Monte Cristo es de 113 personas que habitan en 27 viviendas distribuidas en toda la extensión de la comunidad. Se le puede considerar como una comunidad rural dispersa.

En el siguiente grafico se muestra los resultados obtenidos mediante la encuesta, en este se refleja el total de la población, así como la cantidad de pobladores por genero dentro de la estructura poblacional de la comunidad.

Gráfico 1: Distribución de la población



Fuentes: Elaboración propia

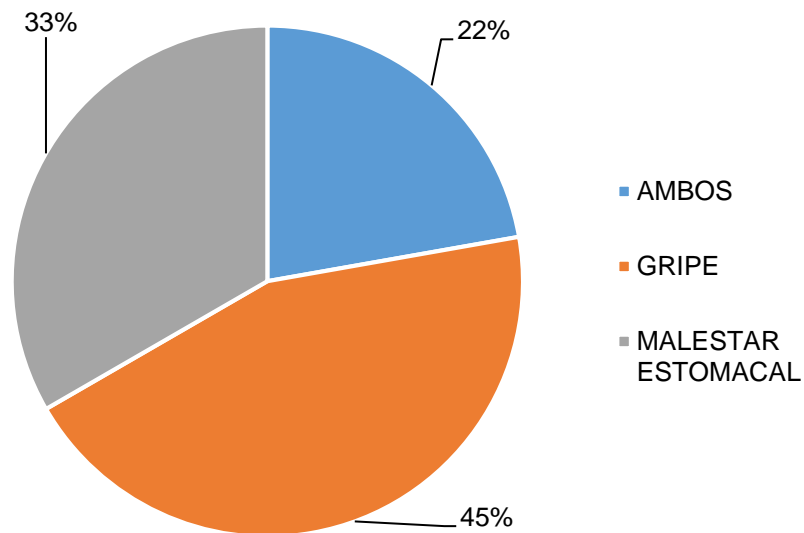
De los 113 habitantes, 66 habitantes son hombres y representan el 43% del total, 47 son mujeres y representan el 31% del total, 13 habitantes son niños entre las edades de 0-5 años y representan el 8% del total y 28 habitantes son niños entre las edades de 5-16 años y representan un 18% del total.

4.1.3. Sector salud

Las enfermedades más comunes son: Malestar estomacal, gripe y alergia. Las menos frecuentes son dolor de cabeza y presión alta.

En esta comunidad no cuentan con un centro de salud para ser atendidos, en caso de alguna enfermedad y recibir atención médica deben viajar a la comarca el Ostional o el centro de San Juan del Sur para poder ser atendidos.

Gráfico 2: Población afectada por enfermedades



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico anterior se muestran las afectaciones más frecuentes dentro de la comunidad, dentro de estas la de mayores incidencias son gripe y malestares estomacales.

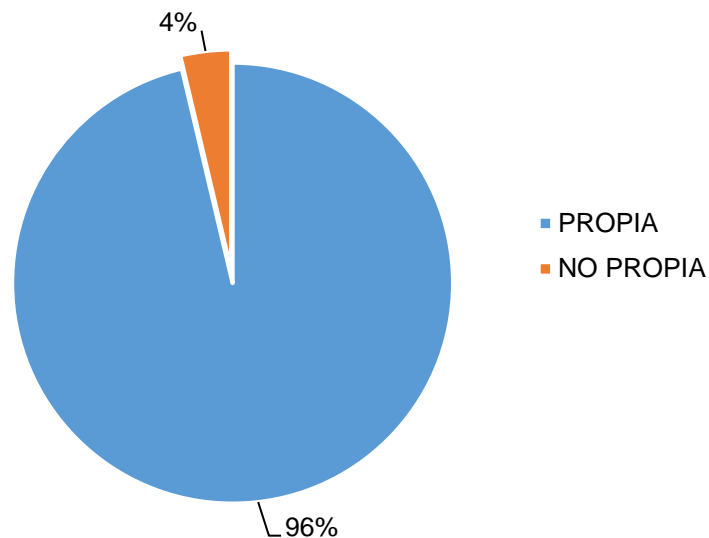
4.1.4. Vías de acceso y medios de transporte

Los habitantes se movilizan a pie, o montados. Para acceder a la comunidad existe una sola vía de acceso la cual es un camino de tierra.

4.1.5. Viviendas

Dicha comunidad está conformada por 27 viviendas de las cuales 26 son habitadas por sus propietarios y solamente una vivienda es habitada en calidad de cuidador.

Gráfico 3: Tenencia de viviendas



Fuente: Elaboración propia

En los gráficos mostrados (anexos) se representa los tipos de paredes, techos y pisos de los cuales están conformadas las viviendas, esto con el objetivo de proporcionar una perspectiva de las condiciones de calidad de vida de la población.

4.1.6. Aspectos socio-económico

4.1.6.1. Empleo

Las ocupaciones de la población son pocas, esto es debido a que la población es pequeña y no muy numerosa, dentro de las ocupaciones encontramos: Agricultura, ganadería y ama de casa.

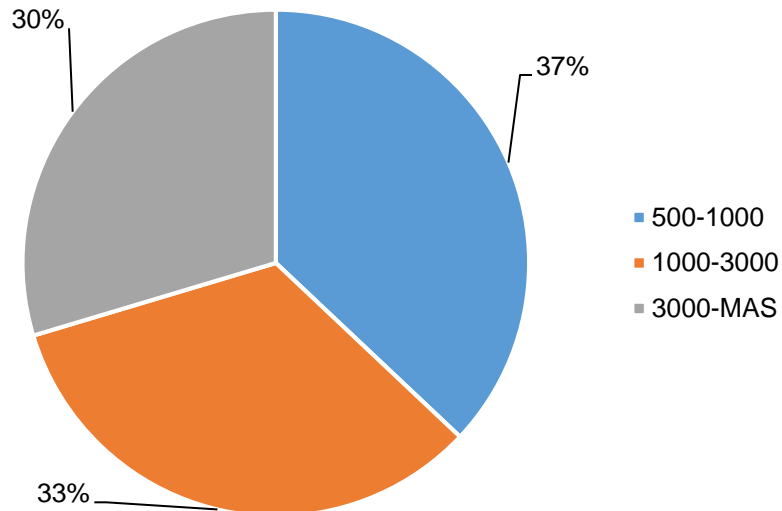
4.1.7. Ingreso promedio mensual por familia

De las viviendas encuestadas en la comunidad; tienen ingresos:

- Entre C\$ 500.00 - C\$1000.00, 37%

- Entre C\$ 1000.00 - C\$ 3000.00, 33%
- De C\$ 3000.00 a Mas, 30%

Gráfico 4: Ingreso promedio mensual por familia



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los rangos del ingreso por vivienda, aportados por los pobladores, se estableció que el ingreso promedio mensual por vivienda más frecuente está entre 500 – 1000. Con esto se pudo determinar que los pobladores de la comunidad son de escasos recursos ya que no cuentan con salario básico fijo.

4.1.8. Apoyo institucional

El apoyo institucional que recibe esta comunidad es a través de la alcaldía municipal de San Juan del Sur.

4.1.9. Abastecimiento de agua y saneamiento

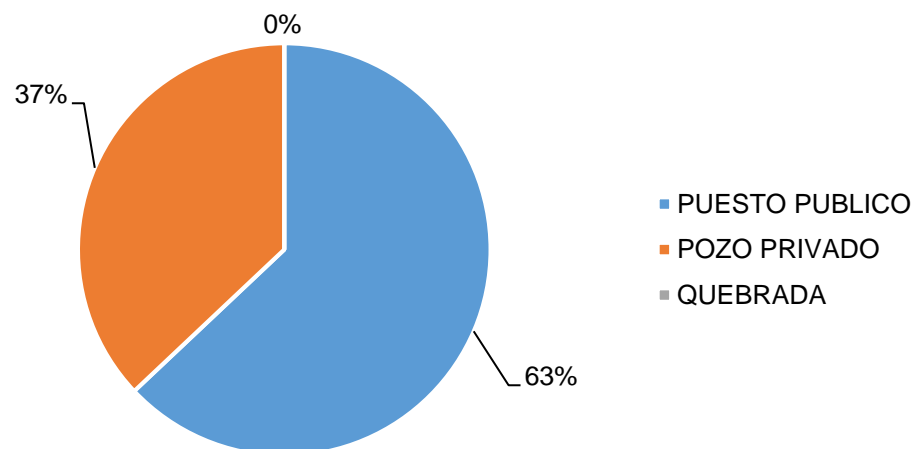
4.1.9.1. Abastecimiento de agua

Durante el proceso investigativo, se comprobó que dentro de la comunidad no existen muchas fuentes de abastecimiento de agua para la población. Anteriormente se contaba con un sistema de abastecimiento de agua potable antes del paso de la tormenta Nate, pero gracias a las afectaciones que dejó dicho acontecimiento en el pacífico sur de Nicaragua en la comunidad se vio afectado el sistema de distribución. Se les dio una solución rápida al facilitarles un puesto público de abastecimiento de agua potable y algunas de las viviendas contaban con algunos pozos privados.

Además, es bueno señalar que la falta de un medio de captación, tratamiento, y distribución adecuados, crean los medios para la reproducción y propagación de enfermedades de origen hídrico.

En el cuadro siguiente se muestran los resultados de la investigación en cuanto a la fuente de abastecimiento de agua de la población

Gráfico 5: Fuente de abastecimiento



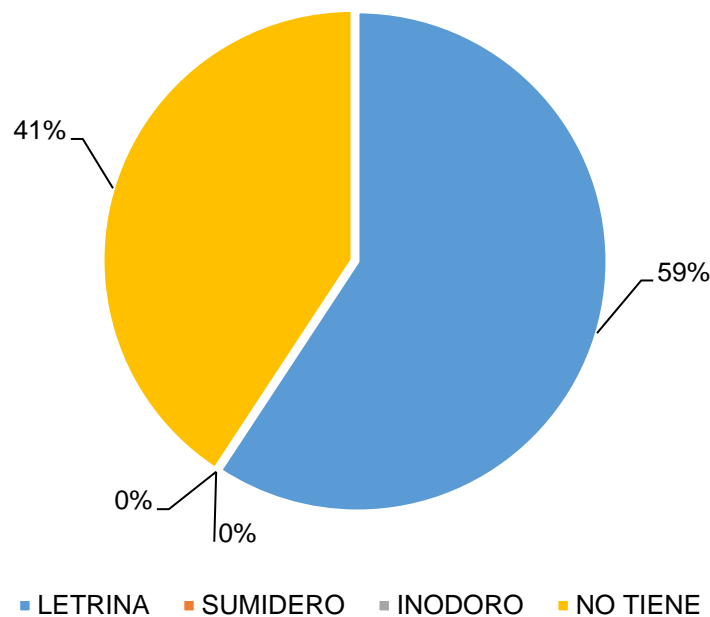
Fuente: Elaboración propia

Del puesto público se abastecen 17 viviendas que conformarían el 63 % de total y 10 viviendas poseen pozo privado y no se abastecen del puesto público, estas conformarían el 37 % del total.

4.1.10. Letrinas

De la información recopilada se observó que dentro de la comunidad un total de 16 viviendas poseen letrinas, esto representa un total del 59 %, 11 vivienda no poseen letrinas o depósito de excretas, lo que representa el 41 % y 7 viviendas de las 16 que cuentan con depósito de excretas se encuentran en mal estado.

Gráfico 6: Cobertura de letrinas dentro de la comunidad



Fuente: Elaboración propia

4.2. Parámetros físicos – químicos

Los resultados de los análisis físicos químicos cumplen dentro de los parámetros de la norma regional CAPRE.

Cuadro 3: Los resultados de los análisis físicos-químicos

X	Y	Nombre de la fuente	pH	Conductividad Eléctrica (µs/cm)	T (C°)	Sólidos T.D (mg/l)	Turbidez (UNT)	Salinidad (%)
638803 E	1232371 N	MONTE CRISTO	6.66	451	27.3	325	CLARO	0.21

Fuente: Elaboración propia

4.3. Propuesta del rediseño de la red de distribución

A continuación, presentamos un resumen de la propuesta para el proyecto del rediseño de la red de distribución para el abastecimiento de agua potable, de la comunidad de Monte Cristo tras el paso de la tormenta Nate.

En el cual se describe brevemente cada uno de los elementos del sistema correspondiente a la comunidad.

4.3.1. Descripción del sistema

La propuesta para el proyecto en la comunidad de Monte Cristo, consiste en el rediseño de la red de distribución tras la destrucción casi en su totalidad por el impacto de fuerzas naturales como lo fue la tormenta Nate, para el abastecimiento de agua potable y así solucionar la problemática de agua potable.

4.3.2. Fuente de abastecimiento

La fuente de agua es subterránea, con el propósito de mantener el caudal de diseño del pozo proyectado a 20 años, que satisfaga la demanda de agua en la comunidad.

4.3.3. Obra de captación

En este caso se tiene un pozo perforado existente ya que este no sufrió ninguna afectación tras el paso del fenómeno natural antes mencionado, posee 120 pies de profundidad perforado por percusión con una instalación de casing hasta 30 pies con tubería de hierro de 6" de diámetro y 1/4" de espesor, la capacidad del pozo es de 50 gpm la cual cumple con la demanda de la población.

Esta información sobre el pozo fue brindada por la Alcaldía Municipal de San Juan del Sur.

4.3.4. Sistema de bombeo

Como se trata de bombear agua desde un pozo perforado se tiene un equipo de bomba de bombeo sumergible y motor eléctrico de eje vertical lubricado con agua con el fin de facilitar el funcionamiento de este motor eléctrico.

El equipo es una bomba sumergible de 1/2 HP de potencia en los primeros 10 años de funcionamiento, los restantes 10 años tendrá una capacidad de por lo menos 1 HP, asegurado de esta forma con el uso adecuado de este equipo una larga vida útil.

4.3.5. Caseta y sarta de bombeo

La caseta de bombeo la cual es de bloques de concreto tipo mampostería reforzada, suelo embaldosado de concreto, techo de zinc calibre 26 mm con puerta conformada con tubo de hierro como marco y rejas en forma de rombo, con candado de seguridad acondicionada para proteger el panel de control de la bomba.

En esta misma área se encuentra ubicada la sarta de bombeo la cual tiene un diámetro de 2" y es de tubo galvanizado, además consta con los siguientes accesorios: Un manómetro, válvula de retención, válvula de pase, válvula de limpieza, válvula reguladora de presión y un medidor de caudal.

4.3.6. Línea de conducción

La línea de conducción tiene una longitud total de 82.00 metros conformada por tubería de Ø 2" PVC-SDR 26.

4.3.7. Tanque de almacenamiento

El tanque es de 10000 litros. Puesto en una parte elevada montado sobre una base de hormigón armado para evitar contacto directo con el suelo.

4.3.8. Rediseño de la red de distribución

Está conformada por 1,951.3611 metros, de los cuales 494 m son de tubería existente, tubería de Ø 2" PVC SDR – 26.

En esta línea de distribución según el rediseño tiene un tramo de tubería aéreo faldeado al cerro que corresponde al camino principal de la comunidad este está

sostenido por un cable de acero de Ø 3/8" anclado a unos pilotes en diferentes puntos enterrados a una profundidad considerable y fundidos en concreto.

La tubería aérea estará recubierta de pintura epóxica blanca para intemperie, de igual manera los pases de río aéreo a una altura considerable para prevenir cualquier eventualidad, estos igualmente irán sostenidos por cable de acero que se propuso la toma de la escuela con Ø de 2" SDR 17 que esta a su vez alimentará a las tomas domiciliarias de las casas más cercanas a la escuela.

Detalles de tramos Aéreos

se diseñaron tomando en cuenta testimonios de pobladores de mayor edad de la comunidad sobre las crecidas de ríos. teniendo como resultado información de mucha importancia para dicho diseño, el cual se tomó en consideración para prever cualquier eventualidad natural. (Ver planos del sistema, lámina 6)

4.3.9. Nivel de servicio

El nivel de servicio es por medio de las tomas de patio, con medidor de consumo de los cuales se propone instalar 27 tomas para las viviendas habitadas actualmente incluyendo también 1 toma más en la escuela. En total serian 28 tomas.

4.3.10. Tarifa de agua recomendada

Se recomienda establecer en este proyecto una tarifa mínima de agua por vivienda la cual garantizará la sostenibilidad del acueducto. Esta tarifa se establecerá bajo el concepto de que el comité de agua potable (CAP) administrará, operará y dará mantenimiento al acueducto que contempla los gastos incurridos de compra de accesorios, pago de energía eléctrica, y gastos de operación y mantenimiento del sistema.

4.3.11. Letrina de Foso Seco (LFS)

Estará ubicada sobre terraplén para evitar inundación, compuesta por el foso, de forma rectangular de 0.70 m x 0.90 m libres, con profundidad de 2.5 m, con losa y banco de fibra de vidrio para letrina sencilla sobre estructura metálica, de tal manera que las paredes sean construidas sobre la base y el extremo de la plancha de fibra de vidrio. La altura de la sección frontal será de 2.0 m, la altura de la sección posterior 1.9 m. Las medidas de la puerta serán de ancho 0.7 m y altura de 1.9 m. el techo tendrá una inclinación de aproximadamente 10% con voladizo alrededor de la caseta de 0.30 m. además con un hueco de ventilación en la parte alta de la pared de 0.15 m x 0.20 m.

4.4. Memoria técnica

4.4.1. Proyección de la población

Para efecto de calcular la proyección poblacional, se utilizó la población obtenida de la encuesta realizada en la comunidad, se determinó que habitan un total de 113 personas en 27 vivienda.

Cuadro 4: Población actual de la comunidad de Monte Cristo

AÑO	COMUNIDAD	MONTE CRISTO	TOTAL
2019	POB. ACTUAL	113	113
	N° VIVIENDAS	27	27
	INDICE POBLACIONAL	4.185	4

Fuente: Elaboración propia

4.4.1.1. Tasa de crecimiento geométrico

Las estadísticas censales utilizadas para proyectar la población de la comunidad al año de diseño proceden de los datos obtenidos en las encuestas y los datos poblacionales históricos censales obtenidos del año 2005 proporcionado por Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE).

Cuadro 5: Estadísticas censales

Año	Población (habitantes)	Fuente
2005	76	INIDE
2019	113	Encuestas propias

Fuente: Elaboración propia

La tasa de crecimiento geométrico fue calculada a partir de la (Ecuación 2), tomando como referencia la población del año 2005 y la población de las encuestas realizadas, dando como resultado un crecimiento poblacional del 2.87%.

La población para el periodo de diseño fue proyectada utilizando el método geométrico (Ecuación 1), para un periodo de 20 años, a partir del año 2019, con una tasa de crecimiento geométrica de 2.87% y utilizando la población obtenida en las encuestas como población base. Es necesario determinar la demanda futura de la población para prever en el diseño las exigencias de la fuente de abastecimiento, línea de conducción, red de distribución, equipos de bombeo y futuras extensiones del servicio

Estimando que dentro de 20 años existirá una poblacional de 199 habitantes para el año 2039, esta población proyectada servirá como base para determinar la demanda de consumo.

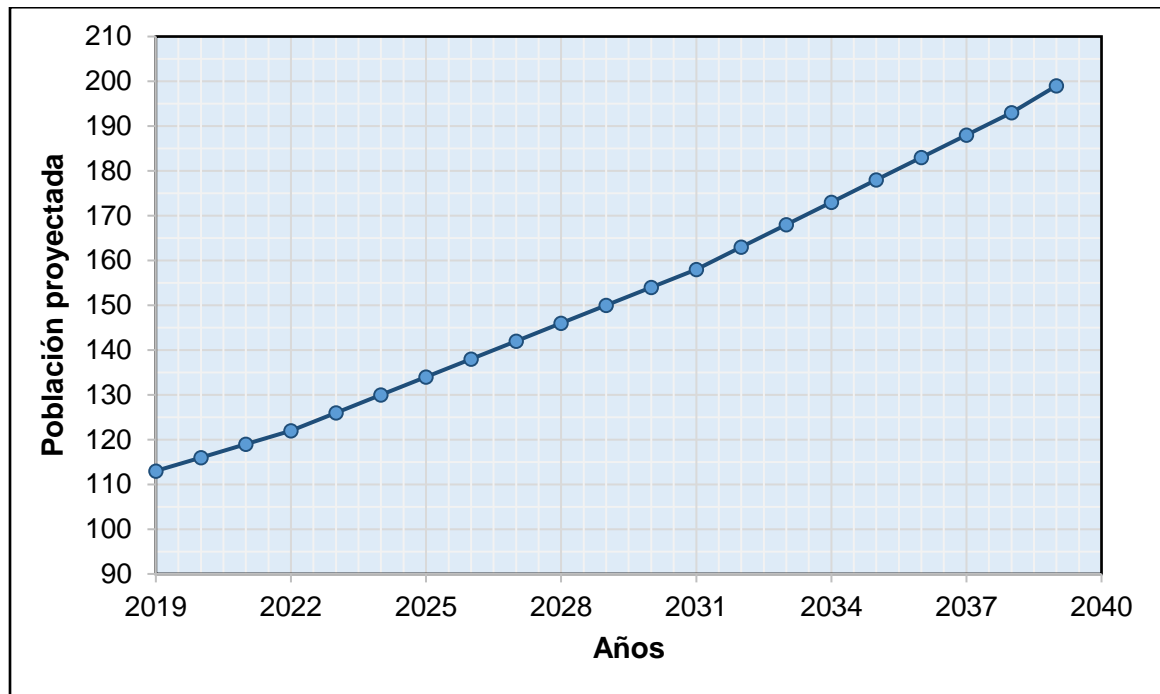
El resumen de los cálculos se muestra en la siguiente tabla:

Cuadro 6: Proyección de población y demanda de consumo

Año	Población	Dotación	Caudal doméstico	Caudal Instituc.	CPD	Pérdidas	CPD _T	CMD	CMH	Almacenamiento
	habitantes	l/p-d	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	m ³
2019	113	60	0.078	0.005	0.084	0.017	0.101	0.143	0.227	2.54
2020	116	60	0.081	0.006	0.086	0.017	0.103	0.147	0.233	2.61
2021	119	60	0.083	0.006	0.088	0.018	0.106	0.150	0.239	2.67
2022	122	60	0.085	0.006	0.091	0.018	0.109	0.154	0.245	2.74
2023	126	60	0.088	0.006	0.094	0.019	0.112	0.159	0.253	2.83
2024	130	60	0.090	0.006	0.097	0.019	0.116	0.164	0.261	2.92
2025	134	60	0.093	0.007	0.100	0.020	0.119	0.169	0.269	3.01
2026	138	60	0.096	0.007	0.103	0.021	0.123	0.174	0.277	3.10
2027	142	60	0.099	0.007	0.106	0.021	0.127	0.179	0.285	3.19
2028	146	60	0.101	0.007	0.108	0.022	0.130	0.184	0.293	3.28
2029	150	60	0.104	0.007	0.111	0.022	0.134	0.189	0.301	3.37
2030	154	60	0.107	0.007	0.114	0.023	0.137	0.195	0.309	3.46
2031	158	60	0.110	0.008	0.117	0.023	0.141	0.200	0.317	3.55
2032	163	60	0.113	0.008	0.121	0.024	0.145	0.206	0.327	3.66
2033	168	60	0.117	0.008	0.125	0.025	0.150	0.212	0.337	3.77
2034	173	60	0.120	0.008	0.129	0.026	0.154	0.219	0.347	3.89
2035	178	60	0.124	0.009	0.132	0.026	0.159	0.225	0.357	4.00
2036	183	60	0.127	0.009	0.136	0.027	0.163	0.231	0.367	4.11
2037	188	60	0.131	0.009	0.140	0.028	0.168	0.237	0.377	4.22
2038	193	60	0.134	0.009	0.143	0.029	0.172	0.244	0.387	4.34
2039	199	60	0.138	0.010	0.148	0.030	0.177	0.251	0.399	4.47

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 7: Crecimiento poblacional dentro del periodo de diseño



Fuente: Elaboración propia

4.4.2. Determinación de los caudales nodales

Los caudales nodales para el análisis del modelo hidráulico de la red de distribución fueron calculados a través del método de la longitud unitaria. Se calculó el caudal unitario para determinar el caudal en cada tramo y posteriormente realizar la repartición de caudales.

4.4.2.1. Cálculo del caudal unitario

El caudal por unidad de longitud de tubería se determinó a partir de la (ecuación 9), dividiendo el caudal máximo horario entre la longitud total efectiva de la red.

$$q = \frac{0.399 \text{ lt/s}}{1161.7186 \text{ m}} = 0.00034367 \frac{\text{l}}{\text{s}/\text{m}}$$

La longitud efectiva de tubería se compone únicamente de aquellas tuberías donde se considera habrá extracción de caudal, por consiguiente, se incluyó la longitud total de la red obteniendo un resultado de 1161.7186 m.

Para obtener el caudal en cada tramo de tubería, se multiplicó el caudal unitario por la longitud del tramo correspondiente.

Cuadro 7: Caudal por tramo de tubería

Tramo	Longitud (m)	Caudal por tubería (lps)
AB	90	0.0309
AC	137.9544	0.0474
CD	167.6361	0.0576
DE	69.3388	0.0238
EF	69.5142	0.0239
FG	261.9957	0.0900
GH	96.0696	0.0330
HI	97.1553	0.0334
HJ	68.9663	0.0237
GK	117.6614	0.0404
KL	108.3681	0.0372
LM	82.3412	0.0283
MN	104.4542	0.0359
NO	78.1599	0.0269
OP	78.1599	0.0269
PQ	111.1034	0.0382
QR	111.1034	0.0382
RS	191.3792	0.0658

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.2. Repartición de caudales

Los caudales nodales resultaron de la repartición en partes iguales de los caudales por tramo, el caudal en un nodo es la suma de los caudales medios de los tramos adyacentes.

Cuadro 8: Caudales nodales

Nodo	Caudal nodal (lps)
Tanque(A)	0
B	0.01546499
C	0
D	0
E	0.02385956
F	0.05696442
G	0
H	0.04505316
I	0.01669451
J	0.01185070
K	0
L	0.03277020
M	0.03209766
N	0
O	0.02686094
P	0.03252173
Q	0.03818252
R	0.05197657
S	0.03288531

Fuente: Elaboración propia

4.5. Análisis hidráulico

La simulación del sistema se realizó con el software EPANET, considerando dos condiciones de trabajo:

- Tanque con nivel mínimo y CMH: Para simular una condición de trabajo exigente con el tanque en condiciones críticas.
- Tanque lleno y consumo cero: Simula un sistema sin demanda (horas de la madrugada), cuando se presentan las mayores presiones.

Todas las simulaciones se realizaron considerando los siguientes parámetros:

- Las dimensiones reales del tanque de almacenamiento.
- Tuberías de PVC, C= 150 y 2 pulgadas de diámetro (diámetro mínimo).

El modelo hidráulico consta de 36 nodos y depósito (tanque), las pendientes poco uniformes, hizo necesario la colocación de nodos ocasionalmente cercanos, que permitan un mayor control de las características de interés (presiones y velocidades).

4.5.1. Evolución de presiones

Las presiones nodales están condicionadas por los niveles de agua dentro del depósito.

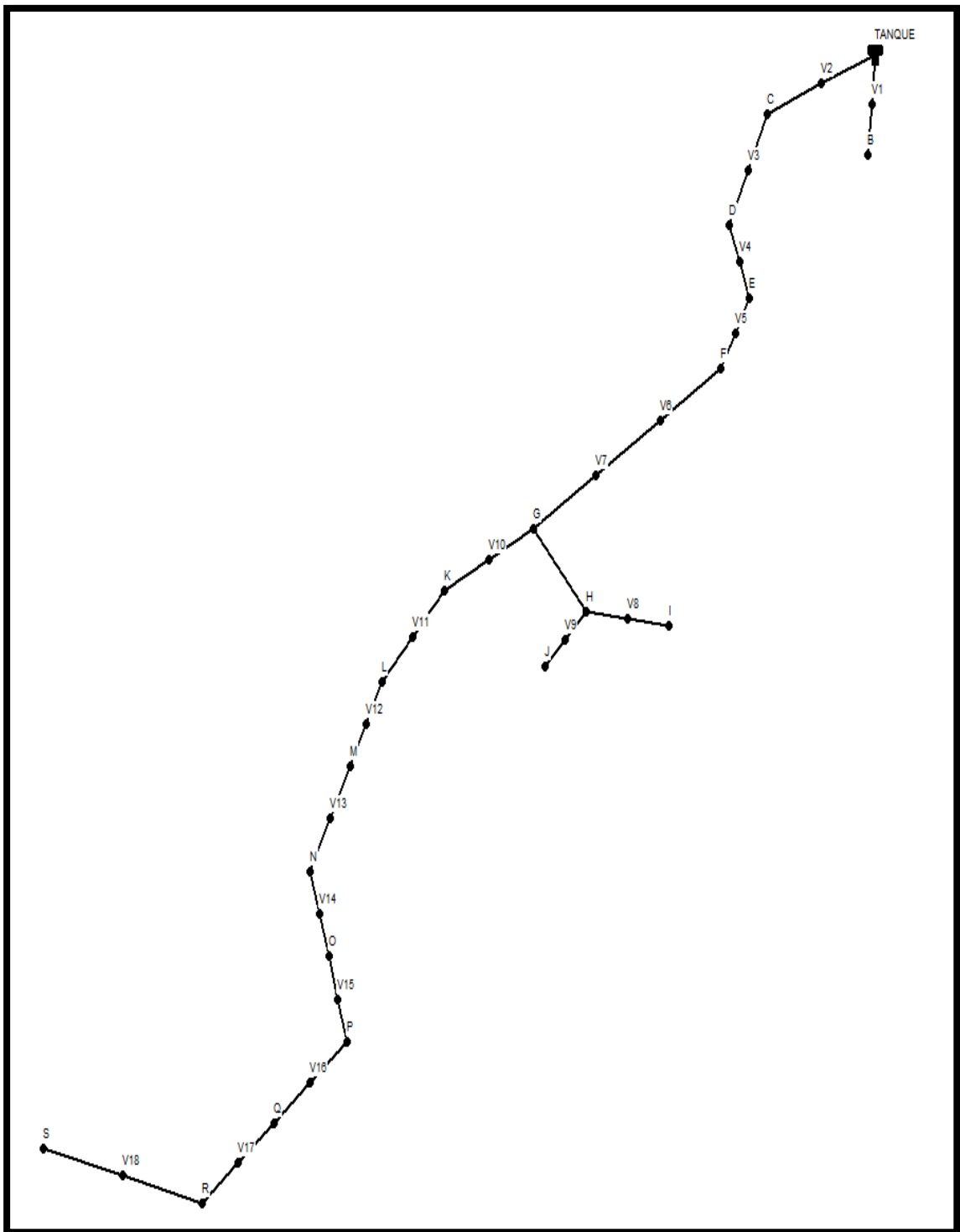
Se simuló con condiciones de tanque con nivel mínimo y demanda, además de tanque lleno y consumo cero para determinar las máximas presiones con depósito al máximo y con demanda nula que esto generalmente se presentan en horas de la madrugada, y en ninguno de los casos se presentaron presiones por encima del nivel máximo establecido por norma.

4.5.2. Evolución de las velocidades

Las velocidades resultantes para la condición tanque con el nivel mínimo y CMH representan las máximas velocidades que se pueden desarrollar en el sistema, lo que indica la inevitable necesidad de colocar válvula de limpieza en un sistema en donde a determinadas horas del día, probablemente la gran mayoría de las líneas experimenten velocidades muy por debajo de los valores permisibles por norma.

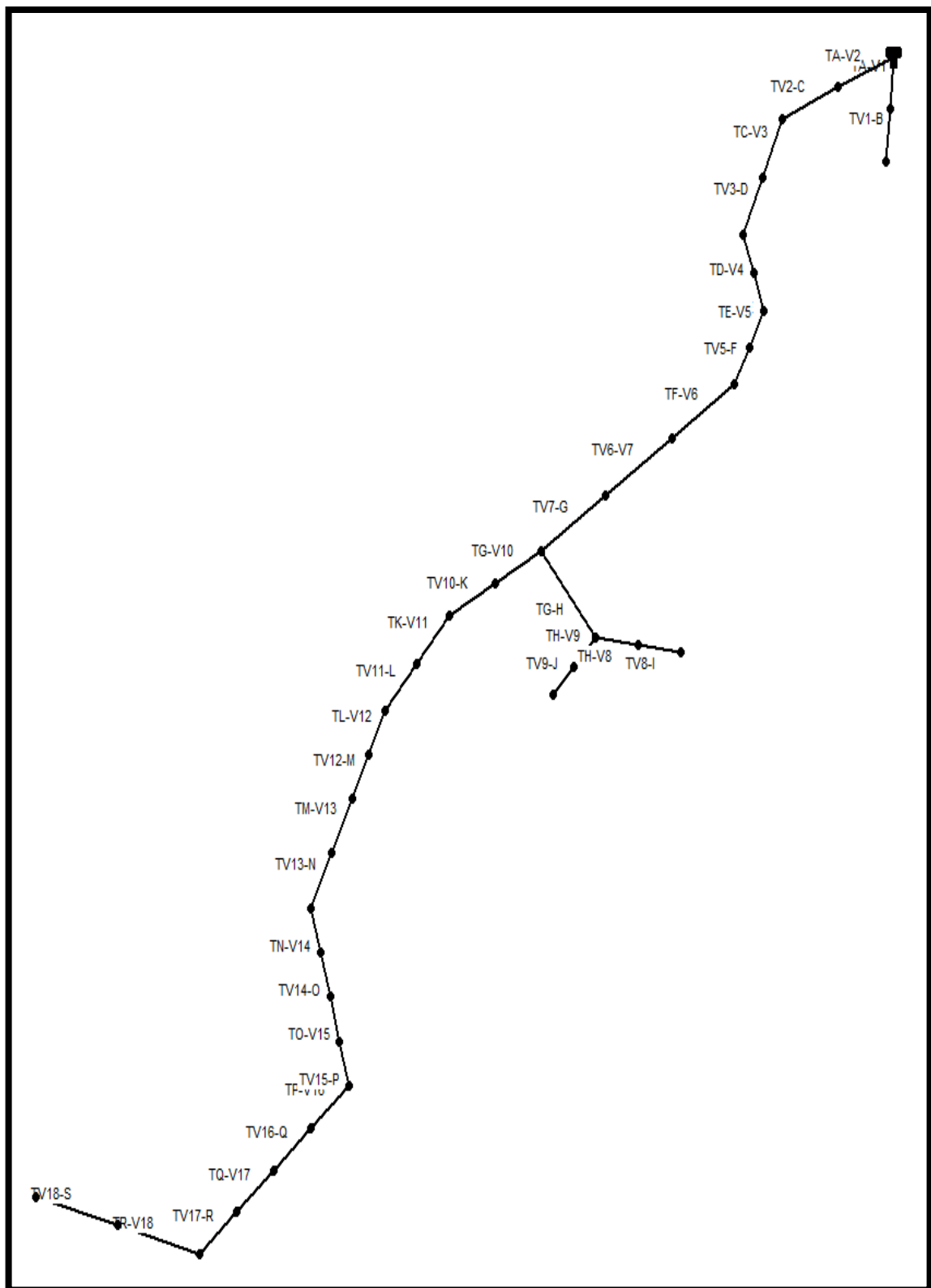
Esta situación es causada por la baja densidad poblacional, lo que ocasiona que la demanda de agua resultante también sea pequeña, esto combinado con la notablemente dispersión de las viviendas, ocasiona que los caudales nodales calculados resulten insignificantes en comparación con las longitudes y el diámetro de las tuberías.

Ilustración 1: Red de distribución, etiquetado de nodos



Fuente: EPANET

Ilustración 2: Red de distribución, etiquetado de tuberías

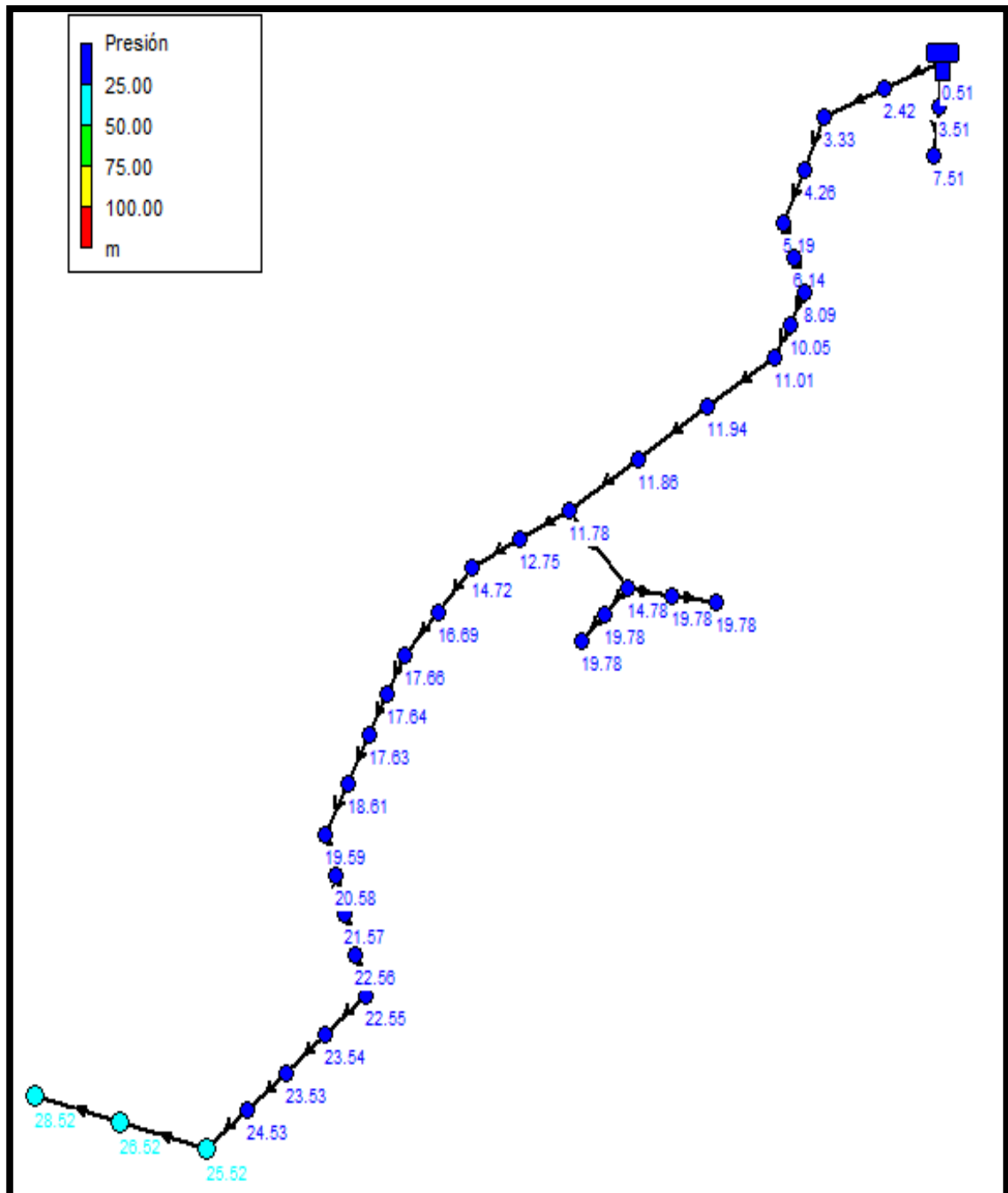


Fuente: EPANET

4.5.3. Condición n°1: Tanque nivel mínimo y CMH

4.5.3.1. Análisis de presiones

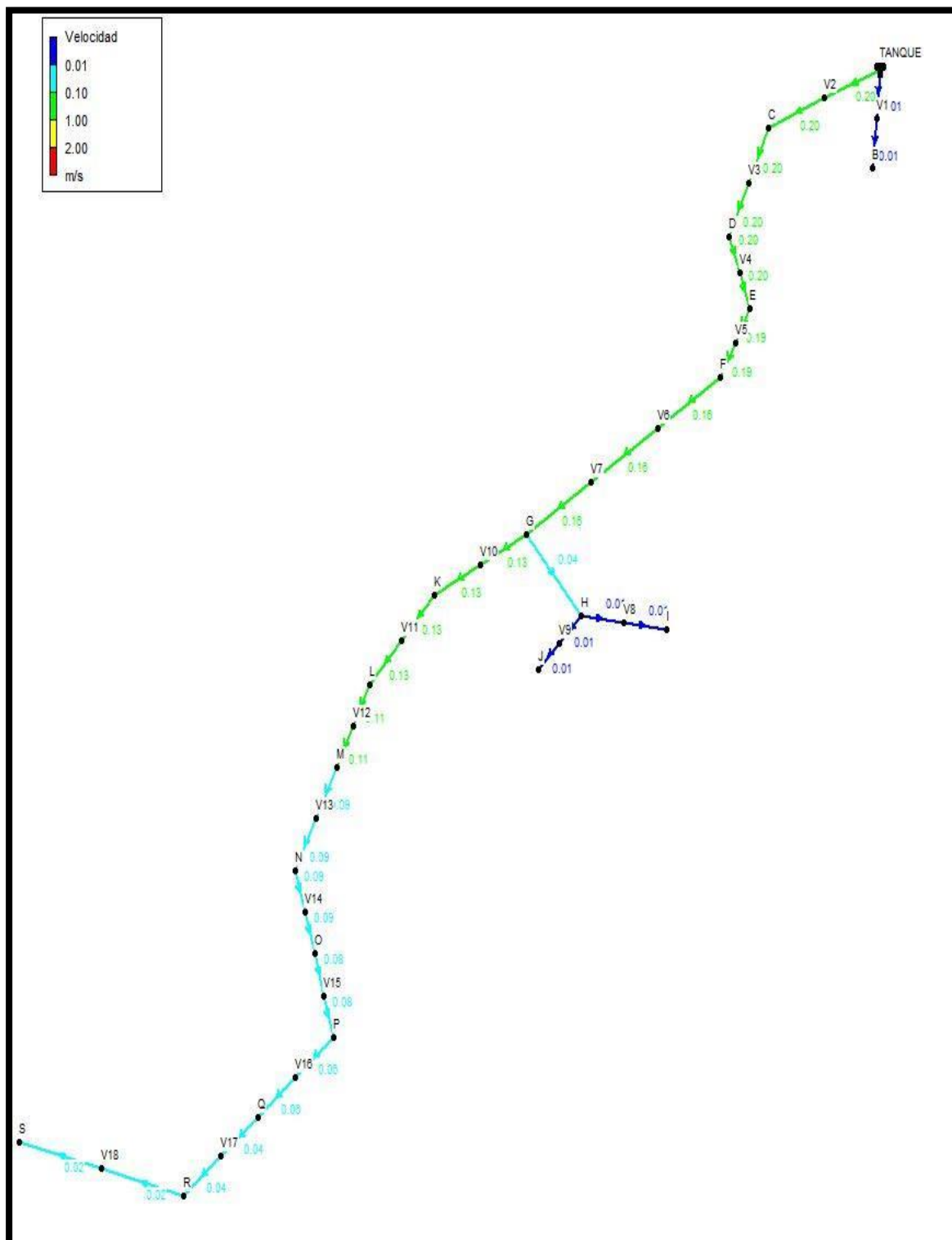
Ilustración 3: Presiones para la condición tanque nivel mínimo y CMH



Fuente: EPANET

4.5.3.2. Análisis de velocidades

Ilustración 4: Velocidades para la condición tanque nivel mínimo y CMH



Fuente: EPANET

RED MONTE CRISTO TANQUE NIVEL MÍNIMO CON CONSUMO

Cuadro 9: Red – Nudos

ID Nudo	Cota (m)	Demanda Base (lps)	Demanda (lps)	Presión (m)
Conexión S	39	0.03288531	0.03	28.68
Conexión V18	41	0	0.00	26.68
Conexión R	42	0.05197657	0.05	25.69
Conexión V17	43	0	0.00	24.69
Conexión V16	44	0	0.00	23.70
Conexión Q	44	0.03818252	0.04	23.69
Conexión V15	45	0	0.00	22.71
Conexión P	45	0.03252173	0.03	22.71
Conexión O	46	0.02686094	0.03	21.72
Conexión V14	47	0	0.00	20.73
Conexión V8	48	0	0.00	19.89
Conexión N	48	0	0.00	19.74
Conexión J	48	0.01185070	0.01	19.89
Conexión I	48	0.01669451	0.02	19.89
Conexión V9	48	0	0.00	19.89
Conexión V13	49	0	0.00	18.76
Conexión L	50	0.03277020	0.03	17.80
Conexión M	50	0.03209766	0.03	17.77
Conexión V12	50	0	0.00	17.78
Conexión V11	51	0	0.00	16.82
Conexión K	53	0	0.00	14.85
Conexión H	53	0.04505316	0.05	14.89
Conexión V10	55	0	0.00	12.87
Conexión G	56	0	0.00	11.90
Conexión V7	56	0	0.00	11.96

RED MONTE CRISTO TANQUE NIVEL MÍNIMO CON CONSUMO

Tabla 9: Red – Nudos (continuación)

ID Nudo	Cota (m)	Demanda Base (lps)	Demanda (lps)	Presión (m)
Conexión V6	56	0	0.00	12.03
Conexión F	57	0.05696442	0.06	11.09
Conexión V5	58	0	0.00	10.13
Conexión E	60	0.02385956	0.02	8.16
Conexión B	61	0.01546499	0.02	7.51
Conexión V4	62	0	0.00	6.20
Conexión D	63	0	0.00	5.24
Conexión V3	64	0	0.00	4.30
Conexión V1	65	0	0.00	3.51
Conexión C	65	0	0.00	3.36
Conexión V2	66	0	0.00	2.43
Depósito TANQUE	68	-	-0.42	0.51

Cuadro 10: Línea – Nudo

ID Línea	Nudo inicial	nudo final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
Tubería TH-V9	H	V9	34.48	50
Tubería TH-V8	H	V8	48.58	50
Tubería TP-V16	P	V16	55.55	50
Tubería TR-V18	R	V18	95.69	50
Tubería TM-V13	M	V13	52.23	50
Tubería TO-V15	O	V15	39.08	50
Tubería TQ-V17	Q	V17	55.55	50
Tubería TV1-B	V1	B	45	50

Tabla 10: Línea – Nudo (continuación)

ID Línea	Nudo inicial	nudo final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
Tubería TV2-C	V2	C	68.98	50
Tubería TC-V3	C	V3	53.82	50
Tubería TV3-D	V3	D	53.82	50
Tubería TD-V4	D	V4	34.67	50
Tubería TV4-E	V4	E	34.67	50
Tubería TE-V5	E	V5	34.76	50
Tubería TV5-F	V5	F	34.76	50
Tubería TF-V6	F	V6	84.83	50
Tubería TV6-V7	V6	V7	89.41	50
Tubería TV7-G	V7	G	87.41	50
Tubería TV10-K	V10	K	58.83	50
Tubería TK-V11	K	V11	54.18	50
Tubería TV11-L	V11	L	54.18	50
Tubería TL-V12	L	V12	41.17	50
Tubería TV12-M	V12	M	41.17	50
Tubería TV13-N	V13	N	52.23	50
Tubería TN-V14	N	V14	39.08	50
Tubería TV14-O	V14	O	39.08	50
Tubería TV15-P	V15	P	39.08	50
Tubería TV16-Q	V16	Q	55.55	50
Tubería TV17-R	V17	R	55.55	50
Tubería TV18-S	V18	S	95.69	50
Tubería TV8-I	V8	I	48.58	50
Tubería TA-V1	TANQUE	V1	45	50
Tubería TA-V2	TANQUE	V2	68.98	50
Tubería TG-V10	G	V10	58.83	50
Tubería TG-H	G	H	96.06	50

Tabla 10: Línea – Nudo (continuación)

ID Línea	Nudo inicial	nudo final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
Tubería TV9-J	V9	J	34.48	50

Fuente: Epanet

Cuadro 11: Red – Líneas

ID Línea	Caudal (lps)	Velocidad (m/s)	Pérd. Unit. (m/km)
Tubería TH-V9	0.01	0.01	0.00
Tubería TH-V8	0.02	0.01	0.00
Tubería TP-V16	0.12	0.06	0.12
Tubería TR-V18	0.03	0.02	0.01
Tubería TM-V13	0.18	0.09	0.26
Tubería TO-V15	0.16	0.08	0.19
Tubería TQ-V17	0.08	0.04	0.06
Tubería TV1-B	0.02	0.01	0.00
Tubería TV2-C	0.40	0.20	1.11
Tubería TC-V3	0.40	0.20	1.11
Tubería TV3-D	0.40	0.20	1.11
Tubería TD-V4	0.40	0.20	1.11
Tubería TV4-E	0.40	0.20	1.11
Tubería TE-V5	0.38	0.19	0.99
Tubería TV5-F	0.38	0.19	0.99
Tubería TF-V6	0.32	0.16	0.73
Tubería TV6-V7	0.32	0.16	0.73
Tubería TV7-G	0.32	0.16	0.73
Tubería TV10-K	0.25	0.13	0.45
Tubería TK-V11	0.25	0.13	0.45
Tubería TV11-L	0.25	0.13	0.45

Tabla 11: Red – Líneas (continuación)

ID Línea	Caudal (lps)	Velocidad (m/s)	Pérd. Unit. (m/km)
Tubería TL-V12	0.21	0.11	0.35
Tubería TV12-M	0.21	0.11	0.35
Tubería TV13-N	0.18	0.09	0.26
Tubería TN-V14	0.18	0.09	0.26
Tubería TV14-O	0.18	0.09	0.26
Tubería TV15-P	0.16	0.08	0.19
Tubería TV16-Q	0.12	0.06	0.12
Tubería TV17-R	0.08	0.04	0.06
Tubería TV18-S	0.03	0.02	0.01
Tubería TV8-I	0.02	0.01	0.00
Tubería TA-V1	0.02	0.01	0.00
Tubería TA-V2	0.40	0.20	1.11
Tubería TG-V10	0.25	0.13	0.45
Tubería TG-H	0.07	0.04	0.05
Tubería TV9-J	0.01	0.01	0.00

Fuente: Epanet

4.5.4. Resultados de simulación

Esta simulación se realizó bajo la condición más crítica, con el nivel mínimo del tanque de almacenamiento para poder evaluar si el sistema trabaja correctamente bajo las condiciones antes mencionadas.

4.5.4.1. Análisis de presiones

Se encuentran nodos con presiones por debajo de la mínima establecida por norma, tres de ellos (v1, v2, v3) fue ubicado para que se permitiera un mayor control de las características de interés, pero dichas presiones no son negativas

lo que refiere a que hay flujo de agua, y el otro es el nodo C esto se debe a la poca variación de elevación.

Estos Nodos antes mencionados con las presiones por debajo de lo establecido en norma no tienen demanda por lo que se puede tomar como aceptable que estén con presiones bajas.

4.5.4.2. Análisis de velocidades

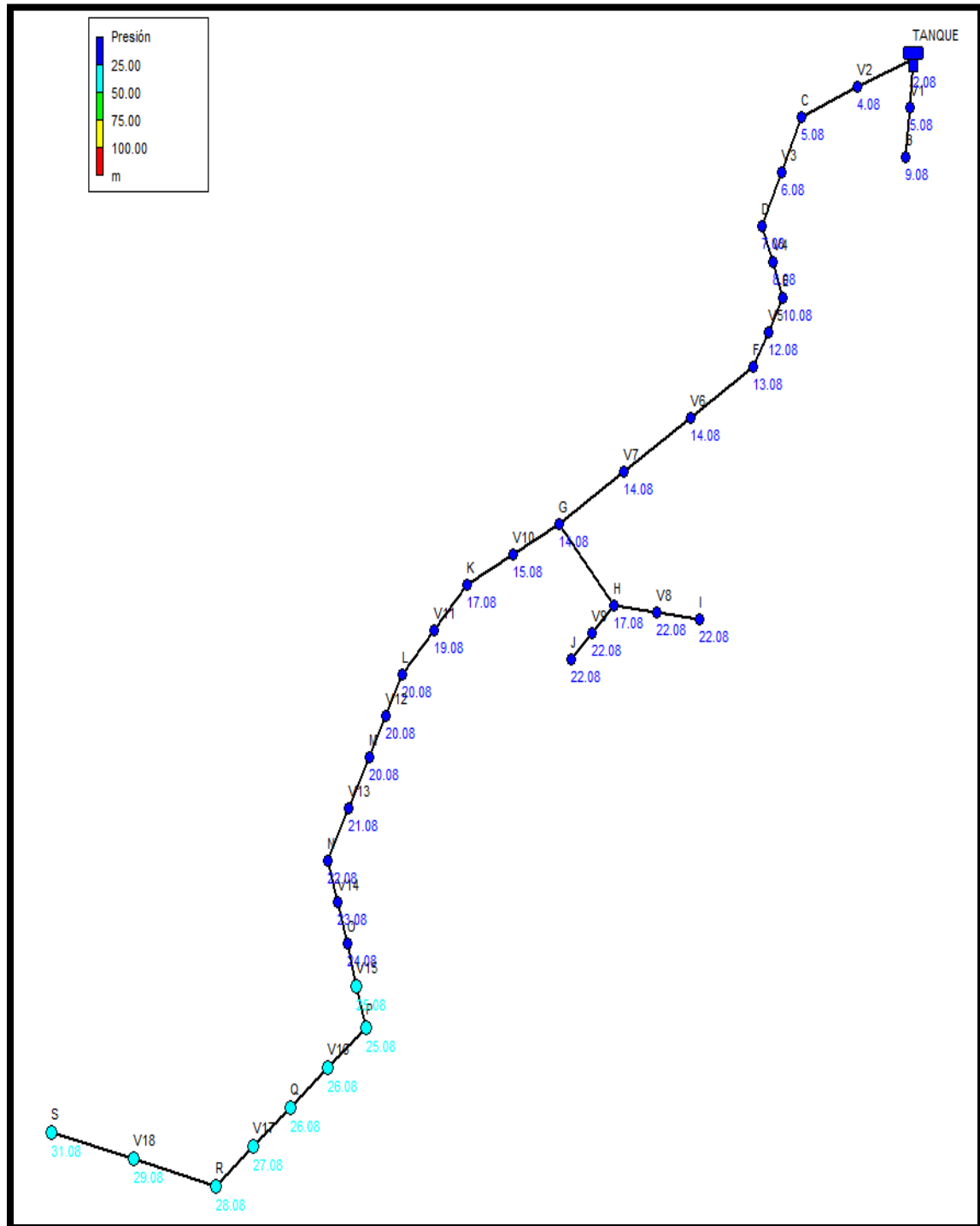
La red presenta velocidades entre 0.01-0.22 m/s son velocidades por debajo de la Norma, aun con el diámetro mínimo (2") por ello se instaló una válvula de limpieza en el último nodo de la red y punto topográficamente más bajo.

Esta situación es causada por la baja densidad poblacional, lo que ocasiona que la demanda de agua resultante también sea pequeña, esto combinado con la notablemente dispersión de las viviendas, ocasiona que los caudales nodales calculados resulten insignificantes en comparación con las longitudes y el diámetro de las tuberías.

4.5.5. Condición n°2: Tanque lleno y consumo cero

4.5.5.1. Análisis de presiones

Ilustración 5: Presiones para la condición tanque lleno y consumo cero



Fuente: EPANET

Cuadro 12: Tanque lleno – consumo cero

ID Nudo	Cota (m)	Demanda Base (lps)	Presión (lps)
Conexión S	39	0	31.08
Conexión V18	41	0	29.08
Conexión R	42	0	28.08
Conexión V17	43	0	27.08
Conexión V16	44	0	26.08
Conexión Q	44	0	26.08
Conexión V15	45	0	25.08
Conexión P	45	0	25.08
Conexión O	46	0	24.08
Conexión V14	47	0	23.08
Conexión V8	48	0	22.08
Conexión N	48	0	22.08
Conexión J	48	0	22.08
Conexión I	48	0	22.08
Conexión V9	48	0	22.08
Conexión V13	49	0	21.08
Conexión L	50	0	20.08
Conexión M	50	0	20.08
Conexión V12	50	0	20.08
Conexión V11	51	0	19.08
Conexión K	53	0	17.08
Conexión H	53	0	17.08
Conexión V10	55	0	15.08
Conexión G	56	0	14.08
Conexión V7	56	0	14.08
Conexión V6	56	0	14.08
Conexión F	57	0	13.08

Tabla 12: Tanque lleno – consumo cero (continuación)

ID Nudo	Cota (m)	Demanda Base (lps)	Presión (lps)
Conexión V5	58	0	12.08
Conexión E	60	0	10.08
Conexión B	61	0	9.08
Conexión V4	62	0	8.08
Conexión D	63	0	7.08
Conexión V3	64	0	6.08
Conexión V1	65	0	5.08
Conexión C	65	0	5.08
Conexión V2	66	0	4.08
Depósito TANQUE	68	0	2.08

Fuente: EPANET

Se evaluó con demanda cero y el tanque lleno para evaluar el sistema en condiciones máximas y determinar las máximas presiones que se dan en las horas de la madrugada.

4.5.5.2. Análisis de velocidades

Al no haber demanda, no hay flujo de agua.

4.6. Costo de ejecución

El costo estimado de ejecución de este proyecto de agua potable y saneamiento es de aproximadamente de **C\$ 832,563.84** equivalente a US \$ 24,805.15

En la tabla se refleja el costo del sistema de agua potable y saneamiento en la comunidad de Monte Cristo. El desglose de costos por actividad se encuentra en los anexos de este documento (Ver Anexo N°3: Costo de Ejecución)

Cuadro 13: Resumen del presupuesto total

ETAPA	DESCRIPCION	U/M	CANT	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
	Proyecto de Agua Potable y saneamiento	C/U	1	C\$ 832,563.84	C\$ 832,563.84
PRECIO TOTAL DE LA OFERTA					C\$ 832,563.84

Conclusiones

- ✓ Con el levantamiento topográfico proporcionado por la Alcaldía Municipal de San Juan del sur y posteriormente analizado por los autores del presente documento se obtuvo información como herramienta necesaria para la realización del rediseño de la red de distribución de agua potable.
- ✓ El estudio de población, tasa de crecimiento y nivel de vida, brindaron los datos suficientes para proponer un mejor diseño y dar solución a las necesidades de la comunidad y de esta manera colaborar con los objetivos de agua y saneamiento a nivel nacional de brindar un servicio de agua potable asequible para toda la población.
- ✓ Los resultados en cuanto a cantidad, calidad del agua, topografía del terreno y la ubicación de los diferentes componentes del sistema con relación a las viviendas a beneficiar, son técnicamente adecuados para la implementación del rediseño de la red de distribución de agua potable.
- ✓ Con el rediseño de la red de distribución de agua potable y el saneamiento los habitantes de la comunidad mejorarían de forma sustancial las condiciones higiénico-sanitarias en que habitan, haciendo énfasis en el mejoramiento de la higiene personal, habitacional y salud en general, teniendo en cuenta que tener acceso al vital líquido apto para consumo es un derecho humano que garantiza una calidad de vida mejor.
- ✓ Con el presupuesto realizado se dio a conocer un valor aproximado del costo de ejecución de la obra.
- ✓ La alternativa planteada a la población es positiva desde el punto de vista de los beneficios sociales que aportara el proyecto a la población como metas propuestas según el PNUD en su objetivo número 6 de desarrollo sostenible.

Recomendaciones

De acuerdo con los resultados del estudio se recomienda lo siguiente:

- ✓ La Alcaldía de San Juan del Sur y la Comunidad de Monte Cristo, deben trabajar conjuntamente en la organización adecuada de los comunitarios, a través de sus líderes.
- ✓ En coordinación con el Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE) y Alcaldía Municipal se debe conformar un Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) de acuerdo a la Ley 722, Art 6, y a su vez capacitarlos en labores administrativas, de operación y mantenimiento del sistema diseñado.
- ✓ Realizar capacitaciones periódicas en temas de ambiente y salubridad, para aprovechar de manera íntegra los beneficios del nuevo sistema de agua rediseñado.

Bibliografía

1. Carecterización Municipal de San Juan del Sur. (2012). San Juan del Sur, Nicaragua.
2. ENACAL. Manual de normas y procedimientos técnicos para la implementación de proyectos de agua potable y saneamiento en el sector rural disperso de Nicaragua. (1999). Nicaragua.
3. ENACAL. Norma de calidad de agua para el consumo humano. (s.f.). *Norma Regional CAPRE*.
4. GIZ, D. G. (2019). PROATAS. Programa de Asistencia Técnica en Agua y Saneamiento. Nicaragua.
5. INIDE, I. N. (2005). VIII Censo de población y IV de vivienda. *IV censo, IV*. Managua, Nicaragua.
6. INNA. Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural. (2001). Managua, Nicaragua.
7. INNA. Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003-99). (2001). Managua, Nicaragua. Obtenido de <http://www.inaa.gob.ni/documentos/Normativas/seccion-1/7.Abastec.yPot.Agua.pdf>
8. INNA. Normativas de Saneamiento Básico Rural, (NTON 09002 - 99). (2001). 70-74. Managua, Nicaragua. Obtenido de <http://www.inaa.gob.ni/documentos/Normativas/seccion-1/6.NORMAS%20RURALES.pdf>
9. PNUD. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (s.f.). Nicaragua. Obtenido de

<https://www.ni.undp.org/content/nicaragua/es/home/sdgooverview/post-2015-development-agenda/goal-6.html>

10. UNAM. (2008). CIRA. Centro de Investigación de Recursos Acuáticos.

ANEXOS

I. Localización

Ilustración 6: Macro localización

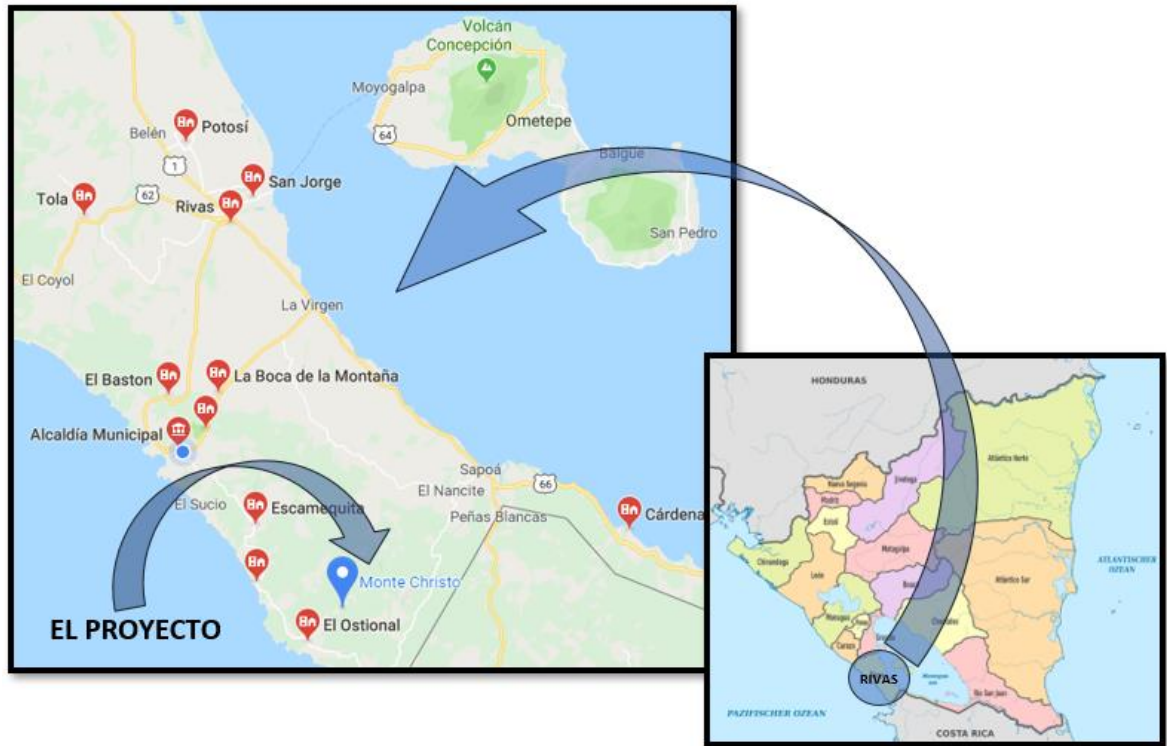
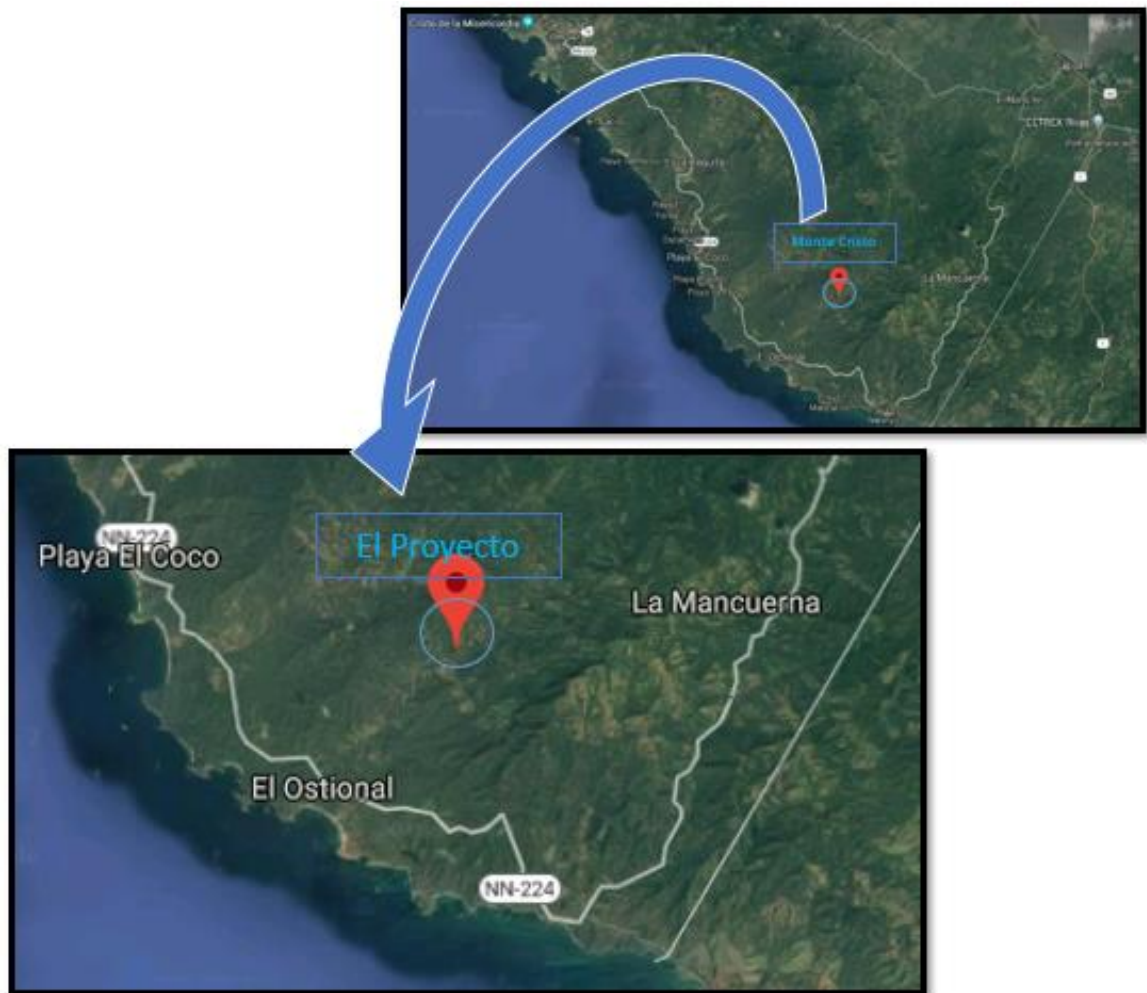


Ilustración 7: Micro localización



II. Tenencia de vivienda

Gráfico 8: Tipo de piso

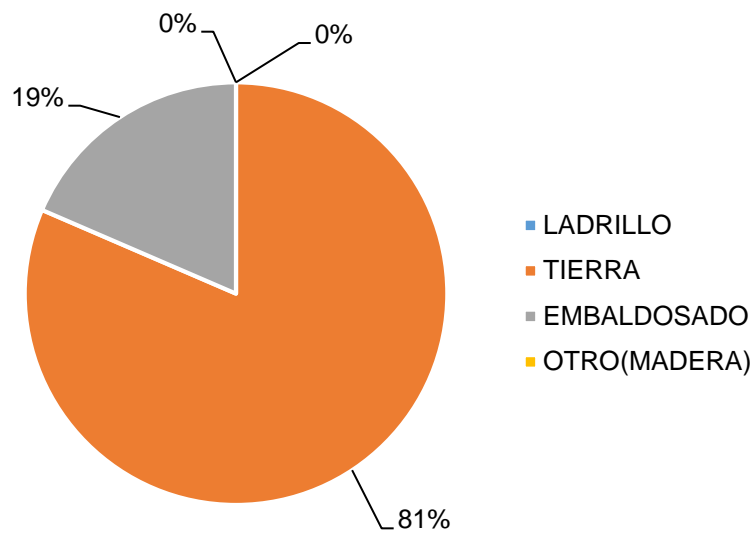


Gráfico 9: Tipo de techo

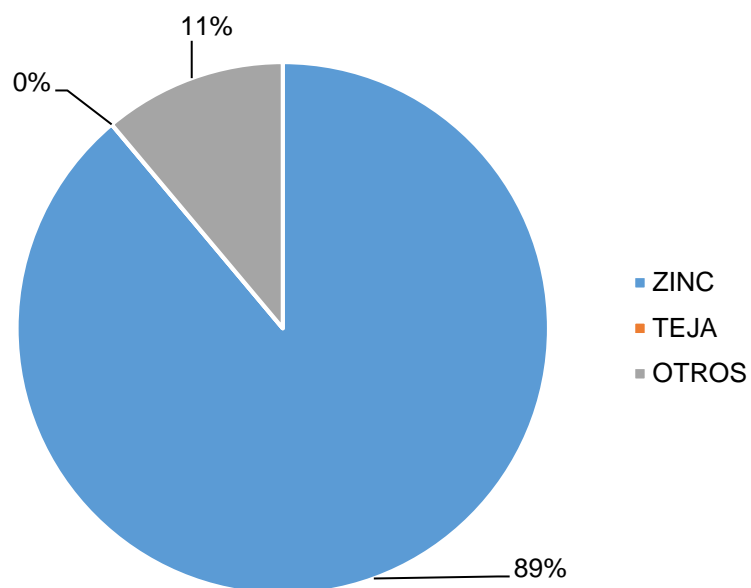
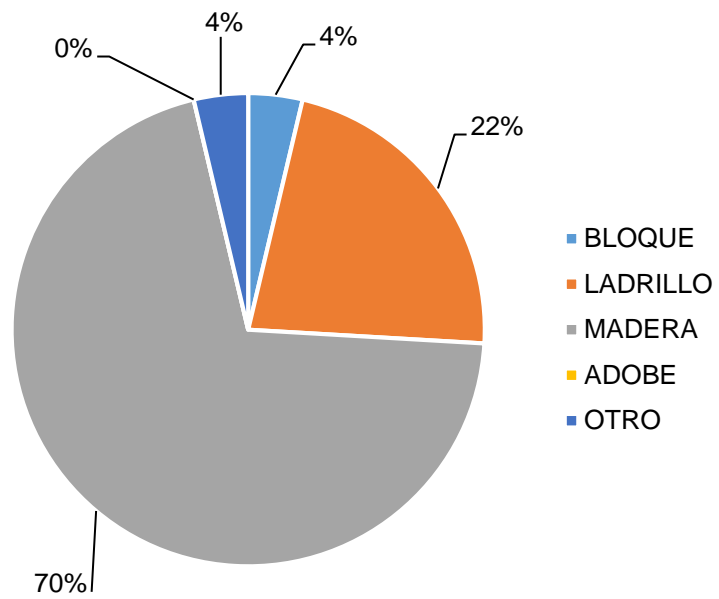


Gráfico 10: Tipo de pared



III. Costo de ejecución

Cuadro 14: Resumen por etapa del sistema de agua potable y saneamiento

ETAPA SUBETAPAS	DESCRIPCIÓN ETAPAS	U/M	CANT	COSTO UNITARIO FISE	COSTO TOTAL FISE	C.UNITARIO	TOTAL CONTRATO
310	PRELIMINARES	GLB	1.00	C\$ 63,711.81	C\$ 63,711.81	C\$ 21,432.87	C\$ 21,432.87
330	LINEA DE DISTRIBUCION	M	1.00	C\$ 252,891.88	C\$ 252,891.88	C\$ 523,160.88	C\$ 523,160.88
501	LETRINAS SECILLAS REVESTIDAS	C/U	18.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 15,165.01	C\$ 272,970.09
	IMPREVISTOS	Global	1.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 15,000.00	C\$ 15,000.00
a- TOTAL DE COSTOS DIRECTOS							C\$ 832,563.84
b- TOTAL COSTOS INDIRECTOS (15% sobre a)							C\$ -
c- ADMINISTRACION (3% sobre a+b)							C\$ -
d- UTILIDADES (7% sobre a+b+c)							C\$ -
e- SUB-TOTAL (a+b+c+d)							C\$ 832,563.84
f- I.V.A (15% sobre e)							C\$ -
PRECIO TOTAL DE LA OFERTA (e+f+g)							C\$ 832,563.84

Cuadro 15: Resumen por sub etapas del sistema de agua potable y saneamiento

ETAPA SUBETAPA S	DESCRIPCIÓN ETAPAS Y SUB- ETAPAS	U/M	CANT	COSTO UNITARIO FISE	COSTO TOTAL FISE	C.UNITARIO	TOTAL CONTRATO
310	PRELIMINARES						
31002	TRAZO Y NIVELACION	M	1,467.00	C\$ 43.43	C\$ 63,711.81	C\$ 14.61	C\$ 21,432.87
330	LINEA DE DISTRIBUCION						
01	EXCAVACION PARA TUBERIA	M	1,017.00	C\$ 87.12	C\$ 88,600.53	C\$ 143.53	C\$ 145,970.01
21	INSTALACION DE TUBERIA	M	1,469.00	C\$ 88.91	C\$130,615.40	C\$ 230.77	C\$ 339,000.00
09	RELLENO Y COMPACTACION	M3	190.00	C\$ 84.90	C\$ 16,130.58	C\$ 115.79	C\$ 22,000.10
23	VALVULAS Y ACCESORIOS	C/U	19.00	C\$ -	C\$ 17,545.36	C\$ -	C\$ 16,190.77
501	LETRINAS SENCILLAS REVESTIDAS	C/U	18.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 15,165.01	C\$ 272,970.09
	IMPREVISTOS	Global	1.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 15,000.00	C\$ 15,000.00
a- TOTAL DE COSTOS DIRECTOS							C\$832,563.84
b- TOTAL COSTOS INDIRECTOS (15% sobre a)							C\$0.00
c- ADMINISTRACION (3% sobre a+b)							C\$0.00
d- UTILIDADES (7% sobre a+b+c)							C\$0.00
e- SUB-TOTAL (a+b+c+d)							C\$832,563.84
f- I.V.A (15% sobre e)							C\$0.00
PRECIO TOTAL DE LA OFERTA (e+f+g)							C\$832,563.84

Cuadro 16: Desglose de costos por etapa, subetapa y actividades del sistema de agua potable y saneamiento

ETAPA SUBETAPAS	DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO FISE	COSTO TOTAL FISE	PRECIO UNITARIO	TOTAL
310	PRELIMINARES						
31002	Trazo y nivelación						
96470	Trazo y Nivelación para Tubería de Agua Potable (Incluye Equipo de Topografía)	M	1467.00	C\$ 43.43	C\$ 63,711.81	C\$ 14.61	C\$ 21,432.87
330	LINEA DE DISTRIBUCION						
01	Excavación para tubería						
92023	Excavación Manual de zanja en terreno natural 30cm de ancho, 60 cm de profundidad para Tubería de 2" Ø	M	1,017.00	C\$ 87.12	C\$ 88,600.53	C\$ 143.53	C\$ 145,970.01
21	Instalación de tubería						
96165	Suministro e Instalación de Tubería de PVC de 2" Ø SDR26 (No Incluye Excavación)	M	1,017.00	C\$ 88.91	C\$ 90,426.05	C\$ 200.00	C\$ 203,400.00
96165	Suministro e Instalación de Tubo de presión (Aérea) de PVC de 2" Ø SDR26 (Incluye abrazaderas metálicas, cable de acero a cada 2.50 mts pines o pilotes para anclaje y accesorios)	M	452.00	C\$ 88.91	C\$ 40,189.35	C\$ 300.00	C\$ 135,600.00
09	Relleno y compactación						
92226	Relleno y Compactación Manual	M3	190.00	C\$ 84.90	C\$ 16,130.58	C\$ 115.79	C\$ 22,000.10
23	Válvulas y accesorios						
94963	Válvula o Llave de pase de Gaveta de Bronce de 2" Ø (Incluye Mano de Obra y Accesorios), en salida de tanque	C/U	1.00	C\$ 1,908.10	C\$ 1,908.10	C\$ 904.11	C\$ 904.11

Tabla 16: Desglose de Costos por etapa, subetapa y actividades del sistema de agua potable y saneamiento (continuación)

ETAPA SUBETAPAS	DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDA D	COSTO UNITARIO FISE	COSTO TOTAL FISE	PRECIO UNITARIO	TOTAL
96184	Válvula de Aire y Vacío de Platico de 2" Ø	C/U	1.00	C\$ 4,737.23	C\$ 4,737.23	C\$ 4,500.00	C\$ 4,500.00
96060	Tapón hembra liso de PVC Diam. =2"	C/U	2.00	C\$ 37.20	C\$ 74.39	C\$ 60.00	C\$ 120.00
04398	Caja de Mampostería de Bloques de concreto de 10x20x40cm de 60 cm x 60 cm x 60 cm de Alto con su tapa de concreto de 3000 PSI, REF, - 4 @ 0.10m en A/D de 0.60mx0.60, Esp, 0.10 m, con repello corriente interno (Incluye Excavación y Materiales)	C/U	1.00	C\$ 1,799.49	C\$ 1,799.49	C\$ 1,800.00	C\$ 1,800.00
	Conexión de red nueva a existente (No Incluye excavación) (Incluye Accesorios)	C/U	2.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 233.33	C\$ 466.66
03346	Conexión Domiciliar con silleta pvc de 2" x 1/2"(Incluye Accesorios) (No Incluye excavación ni medidor)	C/U	12.00	C\$ 752.18	C\$ 9,026.15	C\$ 700.00	C\$ 8,400.00
501	LETRINA SENCILLAS REVESTIDAS	C/U	18.00	C\$ -	-	C\$ 15,165.01	C\$ 272,970.09
	IMPREVISTOS	GLB	1.00	C\$ -	15,000.00	C\$ 15,000.00	C\$ 15,000.00
PRECIO TOTAL DE LA OFERTA							C\$ 832,563.84

Cuadro 17: Desglose de costos de materiales y mano de obra del sistema de saneamiento

Letrinas sencillas revestidas

MATERIAL	U/M	CANT	MATERIAL	
			COSTO UNIT	COSTO TOTAL
Excavación	M3	2	C\$ 140.00	C\$ 280.00
Cemento	BOLSA	2	C\$ 265.00	C\$ 530.00
Arena Motastepe	M3	0.125	C\$ 420.00	C\$ 52.50
Ladrillo cuarterón de 8" x 5" x 10"	C/U	424	C\$ 4.50	C\$ 1,908.00
cubierta de zinc liso cal 26 para Paredes de caseta de letrina sencilla incluye tubo de ventilación	C/U	4	C\$ 1,950.00	C\$ 7,800.00
Cubierta de techo de lámina ondulada de zinc cal 28 sobre estructura metálica para caseta de letrina sencilla	M2	1.43	C\$ 286.50	C\$ 409.70
Losa y Banco de fibra de vidrio para letrina sencilla fijación a estructura metálica	C/U	1	C\$ 1,684.81	C\$ 1,684.81
construcción de letrina(calzada y armada de caseta)	C/U	1	C\$ 2,500.00	C\$ 2,500.00
TOTAL				C\$ 15,165.01

IV. Pase aéreo comunidad de San Antonio, Ostional

Ilustración 8: Referencia para diseño de tramo aéreo del río hacia la escuela de la comunidad Monte Cristo



Fuente: Alcaldía municipal de San Juan del Sur

V. Pase aéreo

Ilustración 9: Ubicación del primer tramo aéreo en la comunidad de Monte Cristo



Fuente: Elaboración propia

VI. Actividades realizadas en el área de estudio

Ilustración 10: Estructura de sarta de bombeo



Fuente: Elaboración propia (2019), GPS: 11° 8'44.00"N; 85°43'44.00"O

Ilustración 11: Tanque de almacenamiento



Fuente: Elaboración propia (2019), GPS: 11° 8'47.76"N; 85°43'43.69"O

Ilustración 12: Análisis físico-químico de la fuente de abastecimiento



Fuente: Elaboración propia (2019)

Ilustración 13: Equipo de realización de análisis físico-químico



Fuente: Elaboración propia (2019)

Ilustración 14: Medición del nivel de abatimiento del pozo existente



Fuente: Elaboración propia (2019)

Ilustración 15: Visita de campo en realización de encuesta socioeconómica



Fuente: Elaboración propia (2019)

Ilustración 16: Estado de algunas letrinas de la comunidad



Fuente: Elaboración propia (2019)

Ilustración 17: Escuela de la comunidad



Fuente: Elaboración propia (2019)

VII. Características de pozo de la comunidad

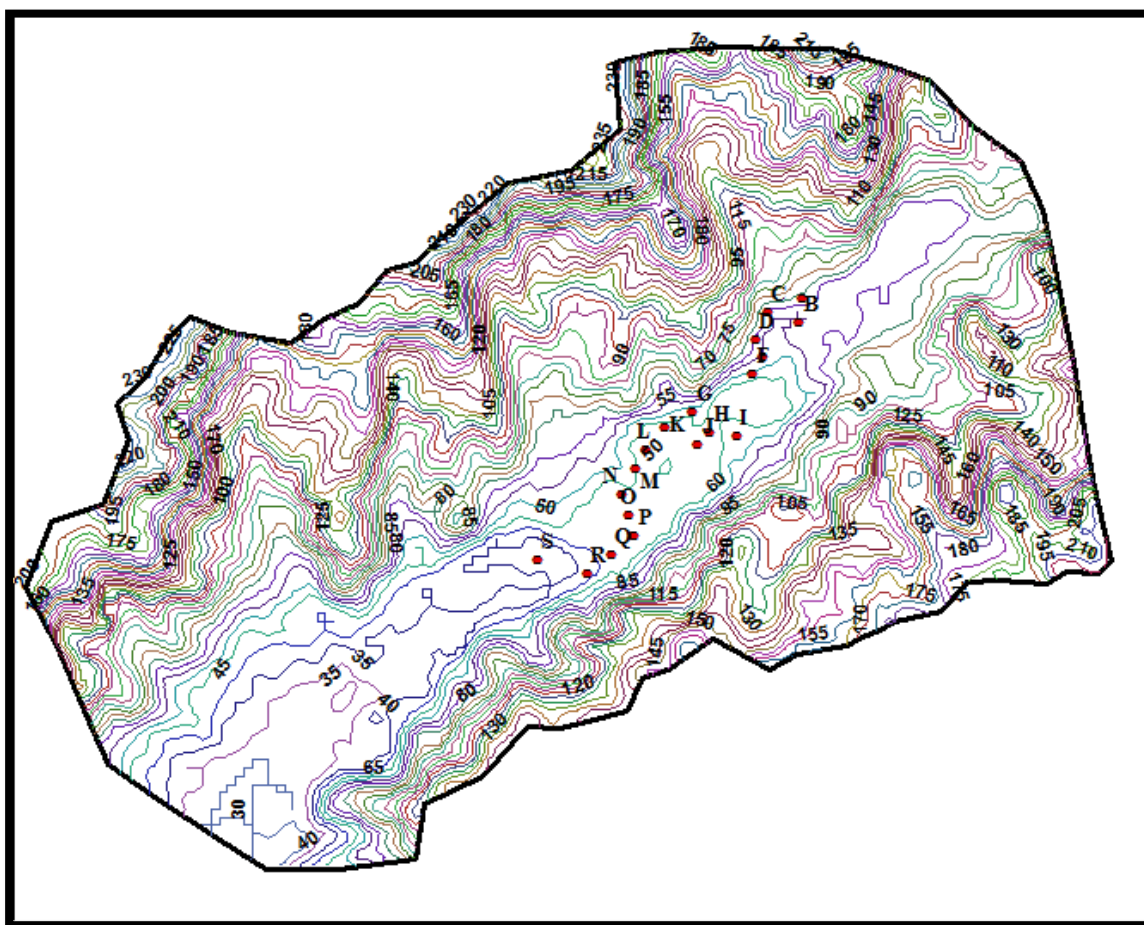
Ilustración 18: Características de pozo de la comunidad

[illegible]

Fuente: Alcaldía de San Juan del Sur

VIII. Plano de curvas de nivel

Ilustración 19: Raster Dem wgs84



Fuente: Argics



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE LA TECNOLOGIA Y LA CONSTRUCCION

ENCUESTA SOCIOECONÓMICA

**COMUNIDAD DE MONTE CRISTO, MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL SUR,
DEPARTAMENTO DE RIVAS**

Somos estudiantes de la facultad de tecnología de la construcción de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA. El motivo de la siguiente encuesta es recolectar información del aspecto socio económico de la comunidad Monte Cristo, necesaria para la realización de nuestro ESTUDIO MONOGRÁFICO, para así poder optar al título de INGENIERO CIVIL.

Persona Entrevistada (jefe del hogar): Padre _____ Madre _____ otro _____

Edad: _____

Ocupación: _____

INFORMACIÓN FAMILIAR

¿Cuántas personas habitan en la vivienda? _____

Hombres _____

Mujeres _____

Niños menores a 5 años _____

Niños entre 6 a 16 años _____

¿DE LOS MIEMBROS DE LA FAMILIA, CUALES SON SUS OCUPACIONES?

Padre: _____

Madre: _____

Hijos

¿Cuántos?: _____

Ocupación: _____

Otros: _____

TENDENCIA DE VIVIENDA

Casa [] Finca []

Propia _____

Prestada _____

Alquilada _____

INGRESO PROMEDIO MENSUAL

¿En promedio, de cuanto es su ingreso mensual?.

C\$ 500 a C\$ 1000 []

C\$ 1000 a C\$ 3000 []

C\$3000 a mas []

Conyugue. En caso de generar ingresos a la familia marcar con un check la casilla del promedio correspondiente.

C\$ 500 a C\$ 1000 []

C\$ 1000 a C\$ 3000 []

C\$3000 a mas []

INFORMACIÓN SOBRE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

¿El agua que consume actualmente proviene de:

Pozo Comunal _____ Puesto Público _____ Pozo Privado _____

Agua Purificada _____ Otras (Especifique cuales): _____

¿Se abastece de otra fuente?

Si _____ No _____ Si es si, ¿Cuál es la otra fuente?:

Río/ Lago _____ Puesto público _____ Pozo Privado _____

Vecino _____ Manantial _____ Lluvia _____

Otro (especificar) _____

INFORMACION SOBRE SANEAMIENTO

¿Dispone usted de servicios sanitarios? Si ☐ no ☐

Usa: Letrina (☐) Sumidero (☐) Inodoro (☐) Otro (☐)

¿Todos los que habitan la vivienda usan el servicio sanitario? Si ☐ no ☐

Si es no, ¿Por qué?:

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Está demasiado lejos | <input type="checkbox"/> No tiene costumbre |
| <input type="checkbox"/> Tiene mal olor | <input type="checkbox"/> Está en mal estado |
| <input type="checkbox"/> Le asusta usarla | <input type="checkbox"/> Otro _____ |

¿Considera usted que su letrina está en mal estado? Si ☐ no ☐

¿Cómo se elimina la basura en su vivienda?

Enterrado (☐) En botadero (☐) Quemado(☐) Otro (☐): _____

¿Cuáles son las enfermedades más comunes?

Malestar estomacal (☐) problemas en la piel (☐) Gripe (☐)

Otras (☐) _____

APRECIACIONES DEL ENTREVISTADOR

La vivienda pertenece al nivel económico: Alto (☐) Medio(☐) Bajo(☐)

Tipo de piso

Ladrillo (☐) Tierra (☐) Embaldosado (☐) Otro (☐)

Tipo de techo

Zinc (☐) Teja (☐) Otro (☐)

Tipo de pared

Bloque () Ladrillo () Madera () Adobe () Otro ()

**CUESTIONARIO SOBRE LA SITUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA Y CULTURAL
EN LA QUE SE UBICA LA COMUNIDAD**

¿Cuál es la principal actividad económica de la comunidad?

¿Cuáles son las características culturales de la comunidad?

¿Cuáles son las organizaciones comunitarias existentes en la comunidad o Barrio?

¿Qué tipo de relación tiene estas organizaciones con la educación?

IX. Planos del sistema